



وزارت تعلیم عالی و البحت العلمی
جامعة الموصل

تربیه الحارید الحقیقه

تألیف

الدین محمد بن محمد العزیزی





وزارت معارف و اوقاف و صنایع مستظرفه
مطبعة المواصل

تربیه الحارید الحقلیه

تألیف

الدكتور محمد العنبري



والبحث العلمي
الموصل

تربية الإمام عبيد المحفلة

تأليف

المؤلف محمد العنبري

حقوق الطبع (ج) محفوظة (١٤١٢ هـ - ١٩٩٢ م)
لدار الكتب للطباعة والنشر
الموصل

لا يجوز تصوير أو نقل أو إعادة مادة الكتاب
وبأي شكل من الأشكال إلا بعد موافقة الناشر

نشر وطبع وتوزيع
دار الكتب للطباعة والنشر - الموصل
شارع ابن الأثير - الموصل
هاتف ٧٦٣٢٣١
٧٦٣٢٣٥
تلكس ٨٠٩٢

المحتويات

الموضوع	الفصل
مقدمة تاريخية وأهميته علم تربية المحاصيل	الأول
تطور المحاصيل	الثاني
أنظمة التكاثر في النباتات	الثالث
ميكانيكية الأخصاب في تربية المحاصيل	الرابع
وراثه العشائر في تربية النبات	الخامس
الوراثه الكمية وتربية النبات	السادس
تربية الطفرات الكروموسومية	السابع
تربية الطفرات الجينية	الثامن
الطرق العامة في تربية المحاصيل الحقلية	التاسع
الانتخاب والتهجين في المحاصيل ذاتية الاخصاب	العاشر
طريقة النسب	الحادي عشر
الطريقة التجميعية	الثاني عشر
الانحدار من بذرة واحدة	الثالث عشر
التهجين الرجعي	الرابع عشر
الانتخاب في المحاصيل خلطية التلقيح	الخامس عشر
التربية الداخلية وقوة الهجين	السادس عشر
تربية الهجن والأصناف التركيبية	السابع عشر
تربية المحاصيل التي تتكاثر خضرًا	الثامن عشر
التربية لمقاومة الآفات	التاسع عشر
طرق التربية خارج الكائن الحي	العشرون
تربية المحاصيل الهامة	الحادي والعشرون
اطلاق وتوزيع الاصناف	الثاني والعشرون

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

الحمد لله جلّت قدرته الذي وفقنا لنجاز هذا الكتاب في علوم تربية المحاصيل الحقلية ليكون كتاباً منهجياً لطلبة المرحلة الرابعة من كلية الزراعة ومرجعاً للباحثين والمختصين في مجال تربية المحاصيل خدمة لعراقنا الحبيب وشعبنا العريق في حضارته وتطلعه للرقى والتقدم وليكون نداً للشعوب المتقدمة في زمن يحاربنا فيه الاعداء في غذاءنا ودوائنا وحليب أطفالنا وعناصر تقدمنا.

يتناول الكتاب في فصوله الاثنتين والعشرين الجوانب التاريخية والنواحي العلمية والتطبيقية لعلم تربية المحاصيل. وقد ساعدنا في تحقيق ذلك الخبرة في تدريس هذه المادة على مستوى الدراسات الاولى والعليا لأكثر من اثني عشر سنة. نأمل أن يحقق هذا مانصبو اليه من تقدم في هذا المجال الحيوي لانتاج أصناف محسنة في المحاصيل الحقلية تخدم مسيرة الانتاج الزراعي العراقي ولتحقيق الأمن الغذائي المنشود لشعبنا الحبيب.

وبهذه المناسبة أقدم شكري وتقديري الى الاستاذ الدكتور محمود حاج قاسم / كلية العلوم - جامعة الموصل على مراجعته العلمية الدقيقة للكتاب ، وإلى الاستاذ الدكتور سالم الحمداني / كلية الآداب - جامعة الموصل لتقويمه الكتاب لغوياً شكري للسيد خالد محمد صالح لمجهوده في طباعة مسودات الكتاب وإلى العاملين في دار الكتب للطباعة والنشر في جامعة الموصل للجهود المشكورة في طبع وإخراج هذا الكتاب راجياً للجميع الموفقية والنجاح.

المؤلف

د. عدنان حسن محمد العذاري

حماة العليل - ١٩٩٢

الفصل الاول

مقدمة تأريخية وأهمية علم تربية المحاصيل

مقدمة

نبذة تأريخية

الصنف

دور البيئة في تربية المحاصيل

بعض الانجازات في تربية المحاصيل

المصادر

الفصل الأول

مقدمة تاريخية وأهمية علم تربية المحاصيل

مقدمة :

يعدّ علم تربية المحاصيل احد الروافد العلمية التي تسهم في تحسين نباتات المحاصيل و انتاج كميات اعلى من الغذاء والالياف وبنوعية أفضل. وبسبب كون هذا العلم حقلاً مهماً لاستنباط الاصناف المحسنة ، فإن مربي النبات قادرون على تحسين المحصول. وتؤكد الجهات العلمية الرصينة في العالم على الاهتمام بهذا العلم لكونه احد الروافد الاساسية لزيادة الانتاج الزراعي ولتختلف انواع المحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة. ويمكن حصر هذه التوصيات في النقطتين الاتيتين :

١ - الحصول على اصناف جديدة من المحاصيل ذات المقاومة للأمراض والظروف البيئية المعاكسة.

٢ - الحصول على اصناف جديدة ذات قيمة غذائية عالية و انتاجية عالية في وحدة المساحة.

وفي الحقيقة فان هذه التوصيات ليست سوى تأكيد على الدور الهام الذي لعبه مربي النبات في تحسين المحاصيل الغذائية التي كانت الدعامة التي قامت عليها الحضارات المختلفة. ويمكن مشاهدة انجازات تربية المحاصيل بصورة حقول الذرة الصفراء والقطن والحنطة والشعير والذرة البيضاء والبطاطة او بصورة اعم محاصيل الغذاء والالياف والزيوت والفاكهة والخضراوات والزينة. (Jensen, 1983).

ان عمر علم تربية المحاصيل كعمل منظم يبلغ حوالي المائة سنة. وان رغبة الرواد الأوائل من علماء الزراعة لتحسين الاصناف المحلية قد لبّيت باكتشاف الاسس العلمية الضرورية

بإعادة اكتشاف قوانين مندل في الوراثة في بداية القرن العشرين. ويبقى علم الوراثة اليوم الأساس الصلب لتربية المحاصيل. وعلى العموم فإن المعلومات والاستحداثيات والتقنيات المختلفة التي تصب في هذا العلم أصبحت معقدة وبشكل متزايد. وقد نشأ عمل تربية النبات المنظم في الجامعات ومدارس الزراعة ومحطات التجارب الحكومية إذ صار جزءاً مهماً في الانظمة التعاونية والشركات الحرة غير الحكومية في الدول المتقدمة فضلاً عن استحداث المراكز الدولية المختلفة التي يتركز عملها على هذا العلم. وقد نشأت في الوقت الحاضر شركات متخصصة في أبحاث الهندسة الوراثية وزراعة الانسجة التي تقدم الأمل في الحصول على تغييرات على مستوى الجين أو القيام بالتهجين بين الأنواع المتباعدة. وتضيف التطورات الجديدة والمثيرة في هذه الحقول تجديد الطرق التقليدية في تربية النبات لأقلية الاكتشافات الجديدة إلى الشكل الزراعي بمستوى الأداء المرغوب فيه ويعد علم تربية المحاصيل اليوم من العلوم المثيرة التي تجابه الكثير من التحديات للعمل في بيئات متباينة.

وفضلاً عن الاتجاهات الجديدة في الوراثة وتربية المحاصيل ، فإن جميع العوامل التي تؤثر في أداء المحصول مثل العوامل المناخية والاسمدة والأمراض والحشرات ، النوعية الغذائية والاستعمال الصناعي هي عناصر يجب أخذها بنظر الاعتبار عند تصميم الصنف الجديد. إن علم تربية المحاصيل هو علم إدارة التباين الوراثي بحيث يلبي أهداف انتاجية أو نوعية في محصول معين ، وهذه الإدارة تقوم باستحداث التوافقات الوراثية الجديدة لتلبي حاجة التصميم المرغوب في هذا الصنف. إن التباين الوراثي يكون مصدراً مهماً لاستنباط السلالات أو تركيب سلالات معينة. وتكون مصادر التباين الوراثي من الأصناف المحلية البدائية أو من الطفرات المستحدثة أو الاتحادات الجينية الجديدة التي تنشأ عن طريق التهجينات بين الأصناف أو الأنواع أو حتى الأجناس المتباعدة. كما يعرف علم تربية المحاصيل بأنه عملية التطور الموجه للمحاصيل أو انه التعديل الوراثي للنبات لغرض تلبية حاجات الإنسان. وفي هذا المجال يستند علم تربية المحاصيل على القواعد الوراثية لانتقال المادة الوراثية Genetic material من جيل إلى آخر. عادة تتألف الوحدات الوراثية في تربية المحاصيل من الجينات genes التي يقع أكثرها على الكروموسومات Chromosomes والقليل منها جداً في السايوبلازم Cytoplasm ، ويرتبط النجاح في عملية التربية بكيفية تناول هذه الوحدات الثلاثة ، وعلى الرغم من أن القواعد الوراثية عامة التطبيق وعلى مختلف الكائنات ، إلا أن مشاكل التربية والطرق التقنية تختلف من محصول إلى آخر. فعلى سبيل المثال ، يعمل مربو المحاصيل الذاتية التلقيح Self

pollinated crops بصورة شاقة لغرض الحصول على التباين الوراثي من خلال التهجينات ، ولكنه يقوم بعد ذلك بتأصيل النباتات المنتخبة ، ولأجيال متعاقبة بهدف الحصول على سلالات نقية والتي يقوم بانتخاب المتفوق منها. ومن ناحية ثانية فإن مربّي المحاصيل الخلطية Cross pollinated crops مثل الذرة الصفراء يجد التباين جاهزاً ويعمل للحصول على سلالات أصيلة يقوم بتهجينها في توافقات معينة للحصول على الصنف المهجين.

يعبر الجين عن توالي معين من النيوكليوتيدات في الحامض النووي DNA الموجود في الكروموسوم. ومراراً ما يرمز للجينات بالحروف او توافقات من الحروف عندما تعرف بتأثيراتها. وقد يكون تأثير الجينات المفردة واضحاً ومتميزاً كما في حالة الجينات التي تحكم ارتفاع النبات او لون الثمرة او البذرة او تغيرات في القيمة الغذائية او المقاومة للأمراض (صفات نوعية). وقد يكون للجينات تأثيرات صغيرة جداً (صفات كمية) الى درجة يتوجب على المربي ان يحصل على تغيير ملحوظ في النبات او اجزائه. وعادة تتوفر لدى المربي تقنيات خاصة لتناول تأثير كل من هذين النوعين من الجينات.

الكروموسومات هي الوعاء الذي يحمل الجينات. توجد الكروموسومات عادة بشكل أزواج. وتكون مفردة خلال الانقسام الميوزي meiosis. وان الكروموسومات تكون على درجة عالية من الاستقرار خلال فترة التطور الخضري للنبات وتحصل اتحادات جديدة Recombination خلال التكاثر للجنس وتكوين الكاميتات. وقد حصل على تطور مهم في التربية الكروموسومية من خلال اعادة تنظيم التركيب الكروموسومي بصورة اصطناعية.

وقام مربّي المحاصيل باستكشاف دور السايטوبلازم في عملية تطوير الاصناف المهجنة وذلك بانتاج صفة العقم الذكري. حيث يوجد تداخل بين العوامل السايטوبلازمية والعوامل الوراثية داخل النواة لانتاج هذه الصفة.

نبذة تاريخية :

بدأت تربية المحاصيل بزراعة النباتات البرية. وعبر فترات زمنية طويلة حصل تحول من جميع النباتات البرية لغرض الغذاء الى انتخاب النباتات التي ستررع. ومن خلال عملية الانتخاب هذه بدأ المزارعون بصورة مقصودة او غير مقصودة بتوجيه عملية تطور النباتات المزروعة. وقد بدأ مربو النبات في الوقت الحاضر بتعجيل عملية تطور المحاصيل الرئيسية، من خلال مهارتهم في معالجة طرق التربية المختلفة واستخدامها. ان تاريخ تربية النبات مليء بالانجازات البارزة فيما يلي بعضها والتي اسهمت بشكل اساسي بتطور هذا العلم. (Poehlman and Quicke, 1983).

في عام ١٦٩٤ اكتشف R.J.Camerarius الجنس في الذرة الصفراء والسيانج حيث قام بعزل النورات المؤنثة للذرة ولاحظ عدم تكون البذور واستنتج عدم تكوين البذور الا بعد تكوين الاسدية (اعضاء جنسية مذكرة). وفي الفترة من ١٧٦١ - ١٧٦٦ قام Josiph Cottieb Koelreuter بالتهجين بين أنواع من التبغ *Nicotiana ban-iculata X N. rustica* ووجد ان نباتات الجيل الاول تكون وسطاً في صفاتها بين الأبوين وعقيمة وذات بلور ضامرة وثابت اشتراك الأب المذكر في تحديد صفات النسل. وقد اثبت Gartner في ابحاثه للفترة من ١٨٣٥ - ١٨٤٩ قيمة التهجين في انتاج اصناف جديدة وقد كتب رسالة الى الاكاديمية الهولندية للعلوم Dutch Academy of Science نالت جائزة عام ١٨٤٩ حيث أجرى ألفا من التهجينات اشتملت على ٧٠٠ نوع وحصل على ٢٥٠ هجيناً ناجحاً. أما Thomas Andrew Knight في انكلترا فقد قام باستنباط الكثير من نباتات الزينة وصنفين من التوت الاوربي (الشليك). وقد توصل John Goss الى نتائج قريبة من نتائج مندل Mendel في تهجينات البازاليا الزرقاء البذور والبيضاء البذور. وفي عام ١٨٢٦ لاحظ Augustin Sargeret في تهجينات بين أصناف من البطيخ سيادة بعض الصفات.

وفي عام ١٨٠١ أنجز Franz Carl Achard طريقة لاستخلاص السكر (وهو منتج غالي الثمن في وقته) من البنجر العلي البري. وبدأ Achard بانتخاب جذور متجانسة ذات محتوى عالي السكر. ومن جهوده والعلماء الذين أعقبوه مثل Vilmorin وخلال فترة (١٧٥) سنة ازدادت نسبة السكر من ٧٪ في البنجر العلي الى حوالي ١٢ ثم الى ١٨٪ في الاصناف الحديثة من البنجر السكري.

وفي مجال تتبع عملية الاخصاب كان Amici عام ١٨٢٣ أول من شاهد وتبع نمو الأنبوبة اللقاحية داخل القلم حتى وصولها الى موضع التقير في البويضة. وقد توصل Strasburger عام ١٨٨٤ الى ان عملية الاخصاب عبارة عن دخول النواة المذكرة في البويضة وتزاوجها مع نواة البويضة ولا علاقة للساييتوبلازم بعملية الاخصاب وان كل من النواة المذكرة والنواة المؤنثة عبارة عن نواة خلية حقيقية. وفي الفترة ١٨٥٠ - ١٩٠٠ تمت دراسة السلوك الساييتولوجي للكروموسومات من قبل العديد من العلماء حيث أمكن البرهنة على ثبات عدد الكروموسومات في أنواع النباتات المختلفة وتوضيح العلاقة الساييتولوجية بين الكاميتات والاخصاب ومعرفة الانقسام الميوزي والاخصاب المزدوج.

في عام ١٨٥٩ ظهرت نظرية داروين C.Darwin في نشوء الأنواع عن طريق الانتخاب الطبيعي، فالتكاثر في النوع يعطي اعداداً كبيرة من الأفراد التي تتنازع البقاء وتختلف أفراد النوع الواحد في صفاتها الموروثة. والتنافس يؤدي الى استمرار التصنيفات الوراثية المتأقلمة للظروف البيئية. وقد عمل داروين على نبات الذرة الصفراء ولاحظ ضعف النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي. وفي عام ١٨٦٦ نشر غريغوري مندل Gregor Mendel أعماله على البازاليا التي اشتق منها قوانينه المشهورة في الانعزال والتوزيع الحر التي بقيت مجهولة حتى عام ١٩٠٠.

في بداية القرن العشرين أعيد اكتشاف قوانين مندل من قبل ثلاثة من العلماء وهم Von Tschermak (النمسا) وdevries (هولندا) وCorrens (ألمانيا). وقد قدم devries نظرية النشوء عن طريق الطفرات في عام ١٩٠٢ وهاجم نظرية داروين في الانتخاب الطبيعي. وفي عام ١٨٩٠ أصبح N. Hjalmar Nilsson ومربي حبوب ومديراً للجمعية السويدية للبذور Swedish Seed Association (Akerman et al 1948) وقد اكتشف Nilsson أساسيات الانتخاب الفردي للنبات في تجارب انتخاب السلالات النقية. وقد طور ابنه H. Nilsson - Ehle مفهوم جمع صفات الآباء المختلفة عن طريق التهجين. وعلى أساس أبحاثهم وعلماء آخرين تطورت طرق تربية المحاصيل ذاتية التلقيح اليوم.

وفي عام ١٩٠٤ بدأ George H. Shull عمليات التلقيح الذاتي والتهجين في الذرة الصفراء في محطة التطور التجريبي 'Station for experimental evolution' ولم يكن يعرف النتائج أو أي فكرة عن المردودات الاقتصادية. ولكن بعد خمس سنوات ونتيجة لأبحاثه افترض طريقة تربية الهجن التي أدت الى ثورة في طريق تربية الذرة الصفراء والتي

تم استعمالها في الذرة البيضاء والحنطة والشعير والبنجر السكري وعباد
والطماطة وغيرها.

وخلال القرن العشرين تم تطوير الكثير من الاسس والقوا
تربية المحاصيل منها :

١. دراسات نشوء الأنواع عن طريق التضاعف الكروموسومي ، تحليل الجينومي لمجاميع الكروموسومات في الانواع المتضاعفة .
تحسين الطرق الفنية المستخدمة في تنفيذ التجارب الزراعية في تربية
أدى الى تقليل الخطأ التجريبي والحصول على معلومات قاطعة تساعد
على النتائج واتخاذ القرارات الحاسمة .
٣. تطوير الاحصاء الوراثي الكمي التي نشطت البحوث الحديثة المتعلقة بالتربية
لصفات الكمية .
٤. اكتشاف كون المقاومة للأمراض ، تخضع لقوانين الوراثة وان الإصابة بالأمراض
توقف على التركيب الوراثي لكل من العائل والطفيل وتأثر بالظروف البيئية .
٥. اكتشاف إمكانية استحداث الطفرات الصناعية بتعريض اجزاء النبات او الحيوان
للاشعة السينية .
٦. اكتشاف مراكز نشأة الانواع النباتية بواسطة العالم الروسي Vavilove وعلاقة ذلك
بالتصنيفات الوراثية وتربية النبات .
٧. اكتشاف ظاهرة العقم الذكري male sterility في الذرة الصفراء والحنطة والشعير
وغيرها من المحاصيل .
٨. تطوير طرق التربية مثل الانتخاب الأجمالي المحور والانتخاب الدوري لتحسين
النباتات .
٩. عقد الكثير من المؤتمرات العلمية المحلية والعالمية في مجالات النبات ، والوراثة ،
والاحصاء والعلوم ونشاط نشر الكتب العلمية والبحوث وظهور المنظمات العلمية
المتخصصة في تربية المحاصيل .

ان اغلب النجاحات في مجال تربية المحاصيل لم تنتج من أعمال انفرادية، ولكنها أتت
من تراكم وتعاقب اعمال وابحاث العديد من الافراد . ومثال جيد على هذا هو تطوير الحنيط
نصف المتقزمة العالية الانتاج . ففي عام ١٩٤٦ وزع Salmon ضرورياً من الحنطة نصف
المتقزمة والتي ربيت في اليابان الى الباحثين في الولايات المتحدة الامريكية . وقام O.A.

Vogel من جامعة واشنطن الحكومية بتهجين إحدى هذه السلالات وهو نورين ١٠ (Norin 10) مع أصناف ولاية واشنطن. كانت الضروب المشتقة من هذه السلالات ذات ساق قصير وذات عدد أكبر من الحبوب في السنبل. وقد حققت أصناف الحنطة Gaines و Nugaines أرقاماً قياسية في حاصل الحنطة في الولاية. وقد أرسلت بذور من تهجينات نورين ١٠ إلى المكسيك حيث استفاد منها Norman E. Borlaug في تربية الحنطة الربيعية. وقد انتشرت أصناف الحنطة المكسيكية في العديد من أقطار العالم مثل الهند والباكستان والعراق والسعودية ومصر وشمال أفريقيا حيث حققت زيادة كبيرة في الانتاجية قياساً بالأصناف المحلية.

Cultivar , Variety

الصف:

يعبر الصف عن المنتج النهائي من عمل مربّي النبات. ويتميز الصف من غيره من الأصناف في المظهر والاداء. ويمكن ان يكون الصف ذا تركيب وراثي واحد مثال ذلك أصناف المحاصيل البستانية التي تتكاثر خضرياً حيث تكون جميع النباتات متماثلة من الناحية الوراثية، عادة تكون هذه الأصناف على درجة عالية من الخلط الوراثي (Heterozygosity) أي مختلف الأليلات (Aa Bb Cc).

بعض الأصناف التي تكثر بالبذور تحتوي على تركيب وراثي واحد ولكنه أصيل وراثياً Homozygous أي متماثل الأليلات ويرمز له AA bb CC أو aa BB cc ومراراً ما تكون الأصناف التي تتكاثر بالبذور مكونة من مجتمعات تحتوي على عدد من التراكيب الوراثية. فإذا كان المحصول ذاتي التلقيح فستكون التراكيب الوراثية نقية بشكل كبير كما في حالة الأصناف المنقاة من الحنطة المحلية (صابريك) (Adary, 1986) أما إذا كانت خلطية التلقيح، فإن هذه الأصناف ستكون خليطة في تركيبها الوراثي مثل صنف الذرة الصفراء نيليوم.

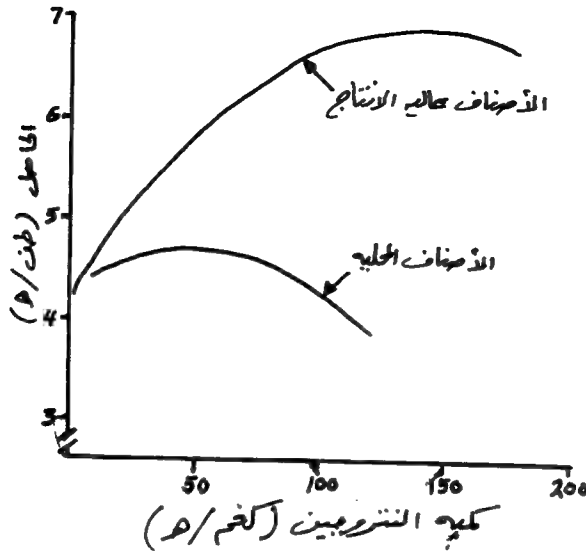
دور البيئة في تربية المحاصيل:

يحدثنا التاريخ عن العديد من الأمثلة في الحصول على انتاجية كبيرة لانتاجية المحاصيل عن طريق أحداث تغيرات في التراكيب الوراثية أو خلط من عدة تراكيب وراثية، ومن الواضح ان لإدارة وتنظيم الظروف البيئية تأثيراً كبيراً على اداء الصف. وان اكتشاف طبيعة ومقدار استجابة النبات للأسمدة وخصوصاً النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم يعد

حجر الزاوية في التقدم الزراعي. كان هذا المنطلق من الأسس الهامة التي اعتمدتها برامج تربية المحاصيل في الولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك والفلبين ولحاصل الذرة الصفراء والحنطة والرز على التوالي. ففي خلال احدى عشرة سنة (١٩٤٥-١٩٥٦) استطاع نورمان بورلوك Norman Borlaug قيادته لبرامج تربية الحنطة في المكسيك رفع معدل حاصل الحبوب من ٧٤٠ كغم/ هكتار حيث كانت المكسيك مستوردة للحنطة في عام ١٩٤٥-١٩٤٦ الى الضعف في عام ١٩٥٦. ثم تضاعف الحاصل مرة اخرى في عام ١٩٦٩-١٩٧٠ ليصل الى ٢٧٥٠ كغم / هكتار حيث اصبحت المكسيك مصدرة للحنطة. اعتمد النجاح في هذا الصدد على تحسين الصنف والعمليات الزراعية (بصورة أساسية بالاعتماد على الأسمدة النتروجينية) والري في آن واحد. هذا وقد نجحت الاصناف المأخوذة من برامج المكسيك في العديد من مناطق العالم خصوصاً في الهند ، وباكستان والعراق ومصر وبحلول عام ١٩٦٩-١٩٧٠ زرع مايقارب ١٠ ملايين هكتاراً من الاراضي في آسيا وحدها. وقد كان التغيير والتحسين في الاصناف واضحاً. بحيث اصبح يعرف بالثورة الخضراء. وتقديراً لمنجزات بورلوك في تحسين اصناف الحنطة فقد منح جائزة نوبل للسلام عام ١٩٧٠ (Welsh, 1981).

كذلك اشار بولمان (Poelhman, 1983) الى انه يمكن الحصول على أعلى حاصل في استخدام كل من الاصناف المحسنة مع العمليات الزراعية المحسنة. وقد ضرب مثلاً عن الرز في جنوب وجنوب شرق آسيا، التي كان حاصله من أوطأ المعدلات في العالم. وقد فشلت محاولات اضافة النتروجين في زيادة الحاصل حيث ان الاصناف المحلية تنخفض بسهولة ولا تستجيب للمعدلات العالية من السماد النتروجيني ، وفي الحقيقة فان الحاصل ينخفض بزيادة معدلات التسميد النتروجيني (شكل ١-١). ولتعديل هذه الحالة فقد بذلت جهود بحثية كبيرة لاستنباط أصناف قصيرة ، قوية الساق، مبكرة في النضج وتستجيب للأسمدة النتروجينية تحت ظروف مناطق آسيا الاستوائية. وقد أشار (Frey, 1971) الى ان صنف الرز IR8 يزيد في حاصله على الاصناف المحلية بنسبة ٢٠٪ تحت المستويات الواطئة للتسميد النتروجيني ولكنه يزيد بنسبة ٢-٣ مرات في حاصله تحت المستويات العالية من السماد النتروجيني.

هناك مثال آخر وهو الذرة الهجين في الولايات المتحدة الأمريكية والعالم. فاستعمال الصنف الهجين المناسب وتحوير العمليات الزراعية (وخاصة زيادة استعمال السماد النتروجيني) رفع معدل حاصل الذرة الصفراء في الولايات المتحدة الأمريكية من ٤٩٠



شكل ١-١. استجابة المحاصيل للأصناف عالية الإنتاج والأصناف المحلية للزرع عند استخدام السماد التروجيلي. الأصناف المحلية تضطجع عند الجرعة العالية من السماد التروجيلي وهذا يؤدي الى خفض المحصول (عن Poehlman, 1983 ص 4).

كغم/ هكتاراً خلال الفترة ١٩٢٥ - ١٩٣٤ الى ٣٤١٢ كغم/ هكتار خلال الفترة ١٩٥٥ - ١٩٦٤ ، وقد أشار (Duvick, 1977) في دراسة مقارنة لحاصل الذرة الصفراء خلال أربعة عقود منذ ادخال زراعة الهجن في منطقة حزام الذرة في الولايات المتحدة ، الى عائد وراثي genetic gain تراوح من ٥٧ الى ٦٠٪ وقد أعطت الهجن الجديدة حاصلها العالي عند استعمال الطرق الزراعية الحديثة.

وفي العراق تمت الاستفادة من منجزات تربية النبات على النطاق العالمي بأدخال أصناف الحنطة المكسيكية مثل المكسيك ، جوري ، نوري ، ٧٠ ، اينيا ٦٦ ، كوكورت سي ٧١ وغيرها، وأدخال أصناف الرز الفلبيني مثل IR 22, IR8 وهجن الذرة الصفراء المختلفة والقطن وعباد الشمس وفول الصويا والى الكثير من اصناف الخضروات كالخيار، الطماطة والباذنجان والرقى وكذلك نباتات الزينة المختلفة.

بعض الانجازات البارزة في تربية المحاصيل:

١- التوسع في الرقعة الزراعية للمحصول:

ان استنباط اصناف ذات أقلمة لمناطق زراعية جديدة ، يقود الى التوسع في زراعة المحصول في مناطق جديدة. فعلى سبيل المثال محصول فول الصويا، حيث تم استنباط أصناف متأقلمة للمناطق الجنوبية من الولايات المتحدة أدى الى التوسع في زراعة هذا المحصول في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ثم في أقطار أخرى بمساعدة مربي النبات (Welsh, 1981). كذلك أدى المحصول على أصناف مبكرة وقصيرة الساق من الذرة البيضاء الى التوسع بزراعته وأصبح المحصول مدرا للرياح ويمكن التعويض عن الذرة الصفراء في الاراضي الحدية.

٢- الزيادة في الحاصل:

وقد ذكرنا في الفقرات السابقة انجازات تحققت في الحنطة، والذرة الصفراء والرز. فأدت هذه الزيادة الى كفاءة أكبر في الانتاج من خلال التغيرات في الاتجاهات التالية: (١) تحسين المقاومة للأمراض والآفات. (٢) استنباط الاصناف الهجينة. (٣) استنباط أصناف ذات سيقان أقصر وأقوى ساعدت في زيادة استعمال الاسمدة مع عدم الانخفاض ففي الحنطة استنبط Orville A. Vogel الصنف Gaines القصير ذا التفرعات الغزيرة والذي وصل مع الصنف Nugaines الى مستويات عالية من الانتاجية لم يحلم بها سابقا. وقد كونت هذه الاصناف الاساس في تحسين الحنيط المكسيكية (Poelhman, 1983) التي انتشرت الى مناطق مختلفة من العالم.

٣- تحسين نوعية المحاصيل:

في غالبية المحاصيل رافق تحسين الحاصل تحسناً في النوعية ايضا. ففي برامج التربية يتم غرلة الانماط ذات النوعية الواطئة في مراحل مبكرة من برامج التربية. كذلك يبحث مربو النبات في تحسين محتوى البروتين من الاحماض الامينية ، محتوى الزيوت من الاحماض الشحمية وبعض العناصر التي تؤثر في الرائحة والنكهة ومستوى العناصر السامة. قد تكون قياسات النوعية صعبة مثل نوعية الطحين والخبز في الحنطة أو موضوعية كما في حالة الأعتاب والطعم والنكهة في فاكهة مثل الخوخ او مظهرية في أزهار الورد.

٤. الاقلمة للزراعة الميكانيكية :

قاد التقدم في الأفطار المتطورة زراعيًا في مجال المكننة الزراعية الى تقليص نسبة المجتمع من العاملين مباشرة في القطاع الزراعي . وقد أدى ذلك الى زيادة كفاءة الانتاج وانخفاض أسعار الغذاء والعلف . وقد شارك مربو النبات في تقدم المكننة باستنباط أصناف النباتات التي تتميز بالموصفات الآتية :

- آ- الحصول على أصناف ذات ارتفاع مناسب وشكل ونضج مناسبين ، كاستنباط اصناف الذرة البيضاء القصيرة الساق مثل Dwarf yellow milo .
- ب- التجانس من نبات الى آخر .
- ج- المقاومة لعمليات الماكينة ، ففي الطماطة المستعملة للتعليب أمكن الحصول على أصناف تناسب الحصاد الميكانيكي حيث تنضج معظم ثمارها في آن واحد ونبات صغير وثمار صلبة ومستطيلة أكثر من كونها طرية ومستديرة .

٥. تحسين البيئة :

ساهم مربو النبات في تحسين البيئة باستنباط نباتات الزينة الجذابة والجديدة بألوانها وتحسين نباتات المسطحات الخضراء من ناحية الكثافة وديمومة استعمالها لوقت أطول . وكذلك تحسين نباتات مناطق المخيمات وذلك عن طريق الحصول على نباتات أكثر جودة من الحشائش ، والشجيرات والاشجار واختيار نباتات ملائمة لتثبيت المنحدرات ومقاومة التعرية . ان انتاج أصناف كفوءة يسمح بانتاجها بمساحات أقل وتحويل الأراضي الحدية لأغراض أخرى مثل مناطق المنتجعات السياحية . وبالتربية للأصناف قصيرة الساق في محاصيل الحبوب ثم اختصار نسبة القش الى الحبوب وبذلك قلل من الضائعات التي يجب خلطها مع التربة او حرقها . كذلك فان الحصول على نباتات ذات مقاومة للآفات قلل من استخدام المبيدات الكيميائية الملوثة للبيئة .

References

الفصل الاول

- Adary, A.H. 1985. Preliminary studies on pure lines populations isolated from the local landrace Saberbeg wheat (*Triticum aestivum* L.). Zanco 3:17–30.
- Anonymous. 1936. Year book of Agriculture. U.S.D.A. Washington, D.C. U.S.A.
- , 1937. Year book of Agriculture. U.S.D.A. Washington, D.C. U.S.A.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publishing Co. U.S.A.
- Borlaug, N.E. 1972. The green revolution, peace and humanity. CIMMYT. Reprint and Translation Series 3. International Maize and wheat Improvement center, Mexico.
- Dalrymple, D.G. 1978. Development and spread of high yielding varieties of wheat and rice in the less developed nations. Foreign Agric. Econ. Rep. 95, Econ. Res. Serv., U.S.D.A., Washington, D.C. U.S.A.
- Duvick, D.N. 1977. Genetic rates of gain in hybrid maize yields during the past 40 years. Maydica 22:187–86
- Frey, K.J. 1971. Improving crop yields through plant breeding, pp 15–58— In Eastin, J.D. and R.D. Munson (eds.) Moving off the yield Plateau. Am. soc. Agron. Madison, Wis.
- Jensen, N.F. 1983. Crop Breeding as a Design Science In Crop Breeding, D.R. Wood (ed.) American Society of Agronomy, U.S.A. pp. 21–29.
- Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. American Society of Agronomy/ crop Science Society of America, Madison, Wisc. U.S.A.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd edition. AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut U.S.A. pp 3–5.
- Poehlman, J.M. and J.S. Quick. 1983. In Crop Breeding, D.R. Wood (ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. U.S.A. pp 14.
- Welsh, James, R. 1981. Fundamental of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and sons. New York.

الفصل الثاني
تطور المحاصيل
Crop Evolution

مقدمة
عملية التطور
الانتخاب الطبيعي والانتخاب الاصطناعي
التنوع ومراكز المنشأ
ملخص
المصادر

الفصل الثاني

تطور المحاصيل

CROP Evolution

مقدمة :

يهم مربّي النبات بالمواد الوراثية التي تعرضت الى التغير بفعل التطور Evolution الحاصل لها سابقاً. ان جميع النباتات المستعملة في الزراعة كانت برية قبل استئناسها من قبل الانسان. ويمكن القول ان استئناس النباتات أصبح ممكناً بعد حصول تغيرات وراثية مقبولة في هذه المجتمعات ، بحيث حولتها من الاشكال البرية الى المستأنسة . متى حصل هذا الاستئناس ؟ لا توجد اجابة محددة لهذا السؤال . عادة تتوفر المعلومات عن استئناس نبات ما عن طريق التنقيبات الاثرية او التاريخية التي توضح أو تذكر بأن المحصول الفلاني قد استئونس في وقت من الاوقات . تحسنت طرق تعيين عمر البقايا النباتية باستعمال طرق الكاربون المشع ولكن المواد النباتية الأثرية نادرة جداً ، ولا تتوفر معلومات عن توطین واستئناس النبات الا عن محاصيل قليلة جداً.

ان أقدم التسجيلات عن المواد المستأنسة قد أتت من مواقع عدة في الشرق الادنى مثل العراق ، وسوريا ، وتركيا وفلسطين والتي تعود الى ٦٠٠٠ - ٧٠٠٠ سنة ق.م حيث وجدت الحنطة البرية وحيدة الحبة Einkorn وحنيط امير والكتان والبزاليا والهرطمان والعدس . لذلك فان عملية استئناس هذه النباتات بدأ على الأقل من ثمانية الى تسعة آلاف سنة مضت وقد سجلت مواعيد مقارنة في العالم الجديد لمحصول الفاصوليا في بيرو والمكسيك اما في الذرة الصفراء فتشير الادلة الى استئناسها في وقت احدث (حوالي ٥٠٠٠ سنة ق.م) (Simmond, 1979). وقد ذكر بالنسبة لمحاصيل الرز والذرة البيضاء وفول الصويا وقصب السكر انها قد دجنت منذ آلاف قليلة قبل الميلاد فيما تم استئناس

محاصيل اخرى منذ فترة لاتزيد على الألفي سنة . وبعض المحاصيل مثل البنجر السكري طور كمحصول في القرن الثامن عشر في أوروبا فيما تم استئناس نباتات المطاط ونخيل الزيت Oil Palm في نهاية القرن التاسع عشر.

حتى قبل مضي ٢٠٠ عام كانت عملية تطور المحاصيل في أيدي عدد قليل من المزارعين والمستهلكين للمنتجات الزراعية التي تشابه الحالة القائمة في الاقطار الفقيرة . يحتمل ان التغيير الوراثي الكلي الذي أنجزه المزارعون عبر العصور أكبر من الذي أنجز في المائة سنة الأخيرة عبر الجهود العلمية المنظمة (Simmonds, 1979) . ولا يعرف بشكل مباشر الكيفية التي أنجز بها المزارع القديم هذه المهمة ولكن يمكن الاستنتاج من بعض الملاحظات والسجلات التاريخية :

(١) يميل الفلاحون في كونهم نباتيين ويكونون على اطلاع عن الاختلافات في الصفات التصنيفية والاقتصادية حيث يمارس الانتخاب على نطاق واسع . فضلاً عن ذلك فان بعض الفلاحين لهم المعرفة في المحافظة على الأصول الوراثية النقية لاغراض الزراعة . وعلى سبيل المثال فان بعض المزارعين الهنود الأمريكيين لهم معرفة حتى في ترك مجتمعات الذرة الصفراء منعزلة .

(٢) اجراء الانتخاب الاصطناعي فضلاً عن الانتخاب الطبيعي الذي هو ظاهرة عالمية ومؤثرة ؟ ان ممارسة الزراعة من قبل الفلاحين يعد من اهم انجازاتهم في مجال التربة .

وفي الوقت الحاضر فان دور المزارعين في مجال التربة قد انخفض وحل محل الإصناف التي كان المزارعون يزرعونها اصنافاً جديدة من منتجات تربية النبات التي يقوم باكثارها منتجو وشركات البذور الزراعية سواء الاهلية او الحكومية . لذلك فان المرحلة الحالية من تطور النبات قد خرج الى ايدي مربّي النبات خصوصاً في المائتي سنة الأخيرة في البلدان المتقدمة في جميع محاصيل الحبوب والخضار والاشجار الصناعية .

والسؤال الوارد هو عن الدوافع وراء عملية الاستئناس من قبل الانسان . فبالنسبة لبعض الناس كان الالتجاء للزراعة منفذاً للظروف البيئية التي ادت الى قلة الطعام بسبب ندرة النباتات البرية والصيد او ان البقاء يعتمد على الهجرة الموسمية الاجبارية . او بسبب تعب الانسان من السكن في الخيم أو من المجاعة ولهذا نظر الانسان الى البديل . وكان هذا البديل هو الزراعة . والذي ساعد في هذا الاتجاه وجود مناطق خصبة وذات مياه كافية بحيث تنمو فيها النباتات بشكل جيد ومفضلة على النباتات البرية كمصدر للغذاء وبذلك

بدأ اهتمام الانسان باستئناس النباتات للزراعة ومن ثم بدأ باختيار النباتات الأكفأ من غيرها في تلبية حاجاته . وكما اشار (Simmonds, 1979) الى تعميم ان الاتجاه نحو الزراعة يعود الى ثلاثة عوامل هي (١) فرصة بيئية ملائمة (٢) مهارة الانسان واهتمامه (٣) عامل عشوائي ساهم في العملية مثل وجود اختلافات معينة بين النباتات البرية . وقد أشار (Harlan, 1975) إلى ان الانسان بعد أن أسس حضارته واستأنس نباتاته اختار التراكيب الوراثية التي تلبي حاجته . وشدد على ان المستويات العالية لإنتاجية النبات لم تكن ضرورية بقدر أكثر من استقرارية الانتاج المرغوب فيه . فعدم الاستقرار البيئي مثل الجفاف الشديد او البرد يقود الى كارثة .

ان صفات مثل الطعم ، والرائحة ، وفقدان خاصية الانفراط وكبر حجم البذور والقدرة على التأثيث هي من الصفات المهمة في الادوار الاولى للاستئناس . ويظهر ان الانسان البدائي وثقافته لم يكونا بحاجة الى مستويات عالية من التجانس الذي نراه اليوم في محاصيلنا ، فقد نشأ العديد من الاصناف والذي ندعوها اليوم بالضروب المحلية Land Races التي نشأت من جهود المزارعين المختلفين او من اكثار في مناطق بيئية معينة والتي تختلف تماماً في تغايرها الوراثي . وفي الحقيقة تعمل الضروب المحلية مخزونا للنباتين الوراثي لبرامج حفظ الاصول الوراثية (Welsh, 1981) . وقد أشارت الدراسات في العراق الى اهمية الاصول الوراثية المحلية في الخنطة (Adary, 1986) .

ان هجرة البشر من منطقة الى اخرى تنقل معها النباتات والبذور التي تختبر في البيئات الجديدة والتي ندعوها اليوم بالادخال Introduction وهي في الحقيقة احدى طرق تربية النبات التي لها القدرة على استعمال تراكيب وراثية مختلفة في تحسين النبات في بيئة معينة . وفي الواقع فان العديد من الأنواع او الاصناف المدخلة تكون ذات أقلية متواضعة وتفشل في البقاء او العيش في البيئات الجديدة . ولكن البعض منها يظهر أقلية جديدة ونجاحاً كبيراً في البيئة الجديدة كما حصل للكثير من اصناف الخنطة ، والشعير ، والرز ، والذرة الصفراء ، وفستق الحقل والقطن والتي تم ادخالها من مناطق مختلفة من العالم ، وما حصل للخنطة الحمراء الشتوية التي سادت في السهول الكبرى من الولايات المتحدة والتي ادخلت من روسيا بواسطة المهاجرين Mennonites (Welsh, 1981) . ونفس الشيء حصل في البطاطا في أوروبا والجزر البريطانية. التي هي غذاء رئيسي في هذه البلدان التي نشأت اصلاً من امريكا الجنوبية .

عملية التطور :

في السنوات الاولى من هذا القرن كان هناك اتجاهان في التفكير البيولوجي وهما أفكار Darwin عن التمايز التربوي للأفراد ذات الأقلمة الجيدة مع تحليل Mendel لاختلافات التوريث . وقد وضعت أفكار Weismann الفكرة عن استمرار الأصل الوراثي ، وإثبات Johannsen عن علاقة التركيب الوراثي بالمظهر الخارجي الأسس لنظرية التطور. وقد سميت هذه النظرية الدارونية الجديدة Neo Darwinian وذلك لأنها وضعت على أساس نظرية الانتخاب لداروين Darwin وقوانين الوراثة . وقد ظهرت نظرية التطور وبشكل موسع في كتابين الاول (Huxley (1940 والثاني لـ (Dobzhansky (1941 .

تشمل المظاهر الرئيسة للنظرية على الأسس التالية . يعرف ان أنواع النباتات متميزة جغرافياً في العادة (أنواع ثانوية Subspecies ، أنماط بيئية Cline, Ecotypes) نتيجة للانتخاب الطبيعي الذي يعمل على التباين الوراثي . عادة يحافظ على التباين (وهي الناحية الحيوية لأي برنامج للتربية) عن طريق الخلط الوراثي فضلاً عن انسياب الجينات بين المجتمعات . كذلك تعدل التراكيب الوراثية الخليطة من ناحية الأقلمة للظروف البيئية المختلفة بواسطة الطرق الوراثية والسابتولوجية . يقود العزل التكاثري بين المجتمعات الى حصول التنوع Speciation . وبما ان هذه العملية تحصل بشكل تدريجي وبشكل مستمر أكثر من كونها عملية فجائية ، وفي أي وقت من الأوقات ، فان مجموعة من النباتات ستؤلف نوعاً بيولوجياً متميزاً لا يتجهن مع أنواع أخرى الا بصعوبة ولكن يتجهن بسهولة مع الاصناف في النوع نفسه حيث يحصل تبادل وراثي وعلى مستويات مختلفة . عادة تحصل الأقلمة عن طريق التعويض الجيني gene substitution المتعاقب . في المجتمعات التي تسير في طريق التطور الذي يقود الى التمايز المحلي ومن ثم الحصول على النوع (Simmonds, 1979) .

للنباتات مصدر آخر للتغاير وهو المتضاعفات Polyploidy . هناك تمييز بين شكلين من المتضاعفات الاول المتضاعفات الذاتية autopolploidy (ذات الجينومات المتشابهة واتحادات جديدة غير محددة) . والثانية هي المتضاعفات الخلطية Allo polyploidy (حيث الجينومات متميزة بدرجة تحدد من الاقتران والاتحادات الجديدة بين الكروموسومات المتشابهة ، راجع كتاب أساسيات في الوراثة للمزيد من المعلومات (العداري ، ١٩٨٧) . أحياناً تكون المتضاعفات ذوات فوائد انتخائية . وقد لخص (Simmonds, 1979) أهميتها في مجال التطور بالنواحي التالية : (١) المساعدة في زيادة

الاتحادات الجديدة التي تكون محددة على المستوى الثنائي diploid . (٢) تسمح في تعديل نظام التزاوج mating system (نحو التربية الداخلية). (٣) تقدم الفرصة للتهجين بين الانواع وبشكل ذاتي خصوصاً في المتضاعفات الخلطية. (٤) هناك فرصة في النسل (المتضاعفات الخلطية) الى التمايز الثنائي الطويل الأمد عن طريق تعديل المواقع الجينية المزدوجة.

لذلك فان المظهر الأساسي لنظرية التطور الجديدة يكمن في التعويض الجيني ، والمتضاعفات (وذلك لحصولها مراراً في النباتات البرية).

الانتخاب الطبيعي والانتخاب الاصطناعي :

من المفيد التمييز في تطور نباتات المحاصيل بين الانتخاب الطبيعي والاصطناعي . فالانتخاب الطبيعي يعبر عن الاختلافات في القدرة التكاثرية - Differential Reproduction بين التراكيب الوراثية الذي يورث في نباتات المجتمع غير المتجانس وراثياً في وقت ومكان معينين . اما الانتخاب الاصطناعي فإنه يأتي من القرار الدقيق لمربي النبات للاحتفاظ بنسل أب معين بتفضيله على آباء اخر. في كلتا الحالتين هناك ميل لاحداث تغيير تطوري بشكل تحسين الاقلية adaptation وذلك بتحسين الموائمة في الظروف الزراعية التي يرغبها مربي النبات . وبالتأكيد فقد اختلفت الاهمية النسبية لشكلي الانتخاب عبر العصور في صالح الانتخاب الاصطناعي خصوصاً في المراحل الاولى من التربية ولكن لا يزال للانتخاب الطبيعي في حقول مربي النبات اهمية مساوية للانتخاب الاصطناعي تقريباً.

السؤال الوارد هنا عن ماهية التغيرات او المظاهر الرئيسة التي رافقت عملية تطور النبات في المحاصيل الحقلية . يمكن تقسيم هذه التغيرات على ما يأتي :

آ- التغيرات في الشكل والتركيب الكيميائي :

- ١ . اختزال حجم النبات والنمو المحدود والتقزم التي رافقت توزيع المادة الجافة في النبات دون التأثير في دورة الحياة كما في محاصيل العنبر ، والشعير ، والحنطة ، وفول الصويا ، والبراليا ، والفاصوليا ، والجلجل وغيرها .

٢. اختزال حجم النبات والتخشب Woodiness مع تقصير دورة الحياة (اي الميل نحو الحولية annuality كما في محاصيل Brassica ، الفجل ، والشليم ، والماش ، Pigeon pea ، والكتان ، والزيت ، والقطن .
٣. نباتات طويلة ذات تفرعات أقل معطية نباتات ذوات مجموعة زهرية كبيرة أوسيقان ليفية كما في عباد الشمس ، والذرة الصفراء ، والكتان ، والجوت والجلجل .
٤. تغيير احتياجات الفترة الضوئية Vernalization التي رافقت الملازمة المناخية لخطوط العرض كما في محاصيل البنجر السكري ، و Brassica ، والرز ، والقصب السكري ، والشليم ، والذرة البيضاء ، والحنطة ، والذرة الصفراء ، وفول الصويا ، والفاصوليا ، والجوت والجلجل .
٥. اختزال المواد السامة. كما في العصفر (مادة polyphenolics) ، ومحاصيل Brassica (مركبات مختلفة S- compounds) ، ومحاصيل البقول (trypsin inhibitors و haemagglutinins ، واحماض أمينية ، القطن gossypol .
٦. تكوين ألوان جذابة .
٧. كما في القصب السكري ، الذرة الصفراء ، ومختلف نباتات العائلة البقولية .
تكوين أثمار غير منفردة .
٨. كما في العصفر ، Brassica crops ، والحشائش والحبوب ، والعائلة البقولية ، وكتان الزيت ، والجلجل والتبغ .
اختزال سبات البذور .
٩. كما في الشوفان ، والرز ، والحنطة واغلب نباتات العائلة البقولية .
الاستعمالات المتعددة .
٩. كما في البنجر السكري ، ومحاصيل البقول ، ومحاصيل Brassica ، وكتان الزيت .

ب- المظاهر السايولوجية :

١. التضاعف الذاتي Autopolyploidy الذي رافق المحاصيل التي لا تعطي بذوراً أو منخفضة الخصوبة كما في البنجر السكري (3 X) ، والشوفان 4 X, abyssinica والجت (4 X) والبطاطا والموز.

٢. التضاعف الخلطي Allopolyploidy في المحاصيل العالية الخصوبة مثل الخردل *Brassica napus* ، والشوفان ، والقمح الشيلمي (6 X) Triticale ، والحنطة (6 X, 4 X) ، وفستق الحقل (4 X) ، والقطن (4 X) ، والتبغ (4 X) .
 ٣. متضاعفات غير معرفة ill-defined polyploidy ، الدخن finger millet
 ٤. الاكثار الكلوني لنواتج غير البذور الذي رافقه اختزال للأزهار، والتكاثر الجنسي ودرجات متفاوتة لعقم البذور مثل السيسال Sisal ، والبطاطا الحلوة ، والقصب السكري .
 ٥. زيادة التربة الداخلية كما في الرز، والجت ، والفاصوليا ، والكتان ، والجلجل وعائلة Brassica .
 ٦. التهجين الواسع بعد الاستئناس الأولي مع الأصول البرية والدغلية الذي قاد الى الاتحادات الجديدة والارتداد كما في السيسال ، والعصفر، ومحاصيل Brassica ، والقطن ، والجلجل .
 ٧. النوع الآتي Incipient speciation كما في محاصيل العصفر، والشعير، والرز وفستق الحقل .
 ٨. أمثلة على تأثيرات جينية كبيرة في تطور المحاصيل :
العصفر (ثمرة غير منفردة) ، الشعير (سنابل غير منفردة ، ستة صفوف ودراس سهل) ، الحنطة (سنبلة غير منفردة ، دراس سهل ، اقتران من نوع homoeologous في حنطة 6 X) الذرة الصفراء (صفات العرنوص) .
- ان تطور المحاصيل من خلال الانتخاب الطبيعي يتأق من الاختلافات في صفات عدة مثل الفترة الضوئية والحاجة الى التعرض لظروف درجة الحرارة المنخفضة Vernalization لغرض الازهار. وفي هذا الصدد فان المعلومات عن السيطرة الوراثية على هذه الصفات قليلة جداً. وعادة لا تزهر النبات او تترك درنات خلال الموسم تنقرض لعدم تركها نسلأ. فالذرة الصفراء المتأقلمة للظروف الاستوائية Tropical maize عديمة الفائدة في المناطق المعتدلة. وان بادرات البطاطا تفشل في اعطاء الدرنات في المناطق ذات النهار الطويل. وبالمقارنة فان الحنطة ذات الاحتياج للنهار لمتعادل day neutral والرز ذات أقلمة واسعة في خطوط العرض وهذا أحد أسباب الثورة الخضراء لهذه المحاصيل في العالم الحديث (Simmonds, 1979) .

ان اسقاط البذور او الثمار قبل أوان حصادها يفقد عادة . وهناك أدلة عن الانتخاب الطبيعي لمنع آليات الانفلاق او السقوط الاعتيادي . ويعرف لعدد قليل من المحاصيل مثل العصفور ، والحنطة والشعير في أن هناك طفرات جينية رئيسية في هذه الصفات . وفي بعض المحاصيل وخاصة لهذه الصفة مع فقدان صفة سبات البذور دوراً حرجاً في تحول النبات من الحالة البرية الى الحالة المستأنسة .

ان النباتات البرية التي تعيش في مناخات موسمية تظهر سباتاً في البذور الذي يؤدي الى تأخير الانبات الى وقت مناسب من السنة وتوزيعه على سنوات عدة . ان المزارع الذي يحصد البذور الجافة ويحفظها جافة لا يحتاج الى سبات عميق للبذور . وكما هو في الفترة الضوئية فان معلوماتنا عنها قليلة ولكن تقليل السبات الى مستويات منخفضة وحتى الى الصفر مؤكداً كما في الشوفان ، والرز ، والشيلم والحنطة وأغلب البقوليات . وهو أكثر شيوعاً واهمية مما يقدر الآن . وكان الانتخاب للصفة طبيعياً بصورة كبيرة حيث ان البذور التي لا تنمو في الوقت المناسب لا تعطي بذوراً في الموسم . ومن ناحية ثانية فان السبات الواطي والمرحلي السريع ملائم للتقليل من المجازفة بالانبات في ظروف الحصاد الرطبة في بعض المناطق حيث ان التقليل وليس الازالة الكاملة هو المظهر السائد . ان الاصناف القرية ومن مناشيء متنوعة وبذور سابتة مرشحة لتكون ادغالاً وقد تكون خطيرة مثل الشوفان البري في اوربا والرز البري في آسيا .

اما من ناحية المقاومة للأمراض ، سواء كانت المسببة عن الفطريات او البكتريا او الفايروس او الحيوانات ، والتي تؤثر في الحاصل او تلتف الناتج المحصول لبعض المحاصيل ، فتكون من عوامل الانتخاب الطبيعي للمقاومة . ان للاصناف البدائية Primitive cultivar العديد من الامراض ، ولكن يمكننا التعميم وكما أشار Simmonds (1979) ان ليس لأي من هذه الامراض القدرة الكاسحة للقضاء على هذه الاصناف . وفي هذه الحالة فان عدم التجانس الوراثي لهذه الاصناف يكون مسؤولاً عن الحالة سواء كان ضمن الصنف او بين الاصناف . لذا فان حالات التعرض للأمراض في هذه المجتمعات تستوعب buffered مهاجمة الانواع المرضية من قبل النباتات المقاومة ضمن المجتمع . الحالة معقدة بحيث لا تستطيع تقويم مدى اهمية الانتخاب للمقاومة للأمراض في زراعة الاصناف البدائية المختلفة . اما في الزراعة الحديثة التي اتجهت نحو زراعة الاصناف النقية فان تأثير الانتخاب الطبيعي واضح ، حيث انها تميل لانتاج مقاومة غير متخصصة non specific resistance .

أما تأثير الانتخاب من قبل الانسان فموضحة في الفقرات ٣ و ٥ و ٦ و ٧ السابقة . ومن الصعوبة أن نتصور ان للانتخاب الطبيعي دوراً رئيساً في هذه الحالات بينما يتضح الانتخاب الاصطناعي في انتخاب سنابل قليلة وكبيرة وسهلة الحصاد وطويلة ، او من السهولة استخلاص الالياف او نواتج مستساغة واللوان وأنماط جذابة . يؤثر بعض هذه التغيرات في الحاصل وبعض الآخر يكون ملائماً للمزارع او المستهلك وبعض يكون عطرياً .

وكأنتخاب ضد المحتويات السامة او عدم الاستساغة ، فانه يجب ان يكون انتخاباً موجباً لزيادة العصارة والحلاوة ومحتويات الياف قليلة في جميع محاصيل الفاكهة . كذلك هناك اتجاه لتقليل محتوى البذور في تطور بعض أشجار الفاكهة خصوصاً في الانواع التي يعوز عن انخفاض خصوبتها بالاكتثار الخضري او الكلوفي .

وعندما يقترن الانتخابان الطبيعي والاصطناعي فيحتمل أن يؤدي الى ظهور صفات اخرى تتعلق بحجم النبات وطبيعة نموه . ولحد معين فان للنباتات الصغيرة أفضلية في توزيع النواتج بحيث تقلل الضائعات ولذلك يجب ان يكون هناك انتخاب طبيعي لكل من (زيادة البذور) ولكن في الوقت نفسه ضده (اختزال المنافسة مع الاجزاء الاخرى) وتكون اصغر حجماً وبعمر أقصر في العديد من المحاصيل (Simmonds, 1979) .

التنوع ومراكز المنشأ :

كان العالم الروسي فافيلوف N.I.Vavilov اول من ابتكر أسس المعرفة الحالية عن منشأ واستئناس نباتات المحاصيل . فقد افترض ان نباتات المحاصيل نشأت بالقرب من مراكز التباين الرئيسة لانماط النباتات . وقد اعتقد ان سبب التباين هو الطفرات التي تحصل عبر فترات طويلة من الوقت ، تراكم اشكال هذه الطفرات في مجتمعات النبات وربما تحفظ بواسطة الانتخاب . عند هجرة النباتات وانتقالها خارج مراكز المنشأ يتقلص عدد أنماط الطفرات اما بسبب الانتخاب الطبيعي او العزل او التربية الداخلية . وقد اعتقد علماء آخرون في ان التباين الموجود في الانماط وفي مناطق العالم المختلفة سببه التهجين الطبيعي Natural hybridization ويمكن ان يشمل كلاً من التهجين الطبيعي والطفرات .

كانت مراكز المنشأ مراكز للحضارات الاولى وان جميع نباتات المحاصيل الحقلية تقريباً والمزروعة في وقتنا هذا قد تطورت عن طريق هذه الحضارات . يعتمد تجهيز العالم بالغذاء

على ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ نوع يكون ١٠٠ نوع منها فقط مهماً في التجارة العالمية . وفي الواقع فان معظم غذاء العالم يأتي من حوالي ١٥ نوعاً وجميعها ماعدا اثنين منها محاصيل حقليّة . ان المعرفة بمراكز المنشأ لمربي النبات مصادر اضافية للتباين لتربية المحاصيل لغرض المقاومة للأمراض والحشرات وتحسين النوعية .

تعرف فافيلوف على المراكز الاولية Primary centers حيث نجد أعلى قدر من التصنيفات الظاهرة للمحصول ويعتقد انها المكان الذي تم استئناس المحصول فيه . اما المراكز الثانوية Secondary centers فتنشأ من المراكز الاولية عن طريق الهجرة مثل الذرة الصفراء حيث تحتل المكسيك المركز الاول لها ولكن هناك مركزاً ثانوياً طور في الصين بالنسبة للذرة الشمعية waxy corn .

وقد تساءل Harlan (1956) و Anderson (1952) عن مدى صحة العلاقة بين التنوع ومراكز المنشأ . فقد دلت ملاحظاتهم على ان للتنوع او التباين صفات المجتمعات الهجينة التي نتجت عن التهجين بين أشكال متباينة . وأوضحوا ان هذه المراكز هي مراكز التقاء لهذه الاشكال المتباينة . وقد تكون من منشأ حديث وان التباين يعود الى الطفرات والاتحادات الجديدة Recombination معا .

تعتمد الاتحادات الوراثية الجديدة ضمن النوع على درجة التهجين بين الافراد المختلفة وراثياً . حيث تحصل مستويات عالية من التهجين بين الافراد التي لها ميكانيكية معينة ضد التلقيح الذاتي Self-fertilization . فقد اقترح Stebbins (1957) ان التلقيح الذاتي نتيجة تطوره لبعض المجتمعات التي كانت خلطية التلقيح في الأصل . ومن مناقشة الاستخدام الوارثي للتلقيح الذاتي والخلطي ، تتضح امكانية الخلط التام للجينات والأليات في نظام الاخصاب . وقد أشار Stebbins الى ان عدد لا بأس به من الانواع قد تطور على اساس التلقيح الذاتي ، ولكن حتى في هذه الحالة فان مستوى واطناً من التلقيح الخلطي يحصل بحيث يسمح بحصول الاتحادات الجديدة الوراثية .

يمكن ان تحصل الطفرة كحدث فريد او يمكن حصولها لمرة عدة خصوصاً في المجتمعات الكبيرة . بعد حصول الطفرة ، يسمح تضاعف الحامض النووي DNA في اعطاء العديد من نسخ الأليل الجديد لتكاثر وتنقل الى الخلايا الجنسية . وبحصول التلقيح الخلطي ينتج عدد من افراد النسل التي تحمل الاليل الطافر بتوافقات خليطة مع الاليات الاخرى .

وباستمرار النباتات في التكاثر والتزاوج عندها يحصل اتحاد جديد للطفرة مع الاليات المختلفة الاخرى ولعدد من الجينات. وهذا يسمح للطبيعة في استخدام الانتخاب الطبيعي على التوافقات الوراثية المتنوعة عبر فترات زمنية طويلة واختيار التراكيب الوراثية ذات القدرة على البقاء اكثر من غيرها. ان نظام الطفرات ومن دون شك المصدر الشائع والقوى للتباين الوراثي الجاهز لعملية التطور (Welsh, 1981).

ملخص :

١. حصل الاستثناس بصورة مستمرة منذ حوالي ٩٠٠٠ سنة كذلك استمرت التغيرات التطورية.
٢. وقد حصل الاستثناس وتطور المحاصيل حيثما تمت ممارسة الزراعة.
٣. المسؤول عن عملية الاستثناس والتطور هم المزارعون ومربو النبات عبر العصور المختلفة.
٤. شملت عملية الاستثناس والتطور مجاميع من العوامل والاجناس التي ضمت مختلف المحاصيل الزراعية التي تعكس تغاير الظروف البيئية وتلبية الحاجات الانسانية.
٥. ميكانيكية تطور المحاصيل تضم عوامل التطور الطبيعي (الداروينية المحدثه) وتشمل تمايز المجتمعات جغرافيا وبيئيا تحت ضغط الانتخاب لعمليات الملائمة التكاثريه والتعويض الجيني مع التهجين التكراري. يساعد في ذلك حصول المتضاعفات في النباتات البرية والمزروعة. ويشمل الانتخاب في المحاصيل على مكونات طبيعية وبشرية.
٦. تقع على عاتق مربو النبات التطور المستقبلي لنباتات المحاصيل في الحصول على أنواع جديدة تلبي الحاجات البشرية ومن خلال فهم ماجرى للنبات في العصور السابقة.

References

مصادر الفصل الثاني

- العداري ، عدنان حسن محمد ١٩٨٧ . أساسيات في الوراثة . دار الكتب ، جامعة الموصل / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / الجمهورية العراقية .
- Adary, A.H. 1985. Preliminary studies on pure lines populations isolated from the local landrace Saberbeg wheat (*Triticum aestivum* L.). Zanco vol. 3 No.4:17—30.
- Anderson, Edgar. 1952. Plants, Man and Life. Little and Brown Company, Boston, U.S.A..
- Dobzhansky 1949. Genetics and Origin of Species. Columbia University Press. New York 2nd edition).
- Harlan J.R. 1956. Distribution and utilization of natural variability in cultivated plants. Brook harver Symp. Biol. 9:191—208.
- Harlan, J.R. 1970. The genetics resource in plant. R.A. Davis. Philadelphia. pp 24—25.
- Harlan, J.R. 1971. Agricultural Origins: Centers and Non—Centers. Science, 174: 468—74.
- Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. Madison, Wis. U.S.A
- Huxley, J. 1940. The new Systematics (ed.)Oxford Univ.Press.
- Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop improvement .Longman, London and New York. pp 1—26.
- Stebbins, G.L. 1957. Self—fertilization and population variability in higher plants.Am. Nat. 91:337—354.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley, New York. pp 106.

الفصل الثالث
أنظمة التكاثر في النباتات
Reproduction Systems in Plants

مقدمة
التكاثر الجنسي في نباتات المحاصيل
أشكال الأزهار
تكوين الكامبتات
الاخصاب
أنظمة التلقيح الطبيعي
ميكانيكية السيطرة على التلقيح والاخصاب
عدم التوافق الذاتي
تحديد نظام الاخصاب
أنظمة التلقيح الاصطناعي
المضامين الوراثية للاخصاب الذاتي والخلطي
الاخصاب الخلطي
الاكثار اللاجنسي
ملخص
المصادر

الفصل الثالث

أنظمة التكاثر في النباتات

Reproduction Systems In Plants

مقدمة :

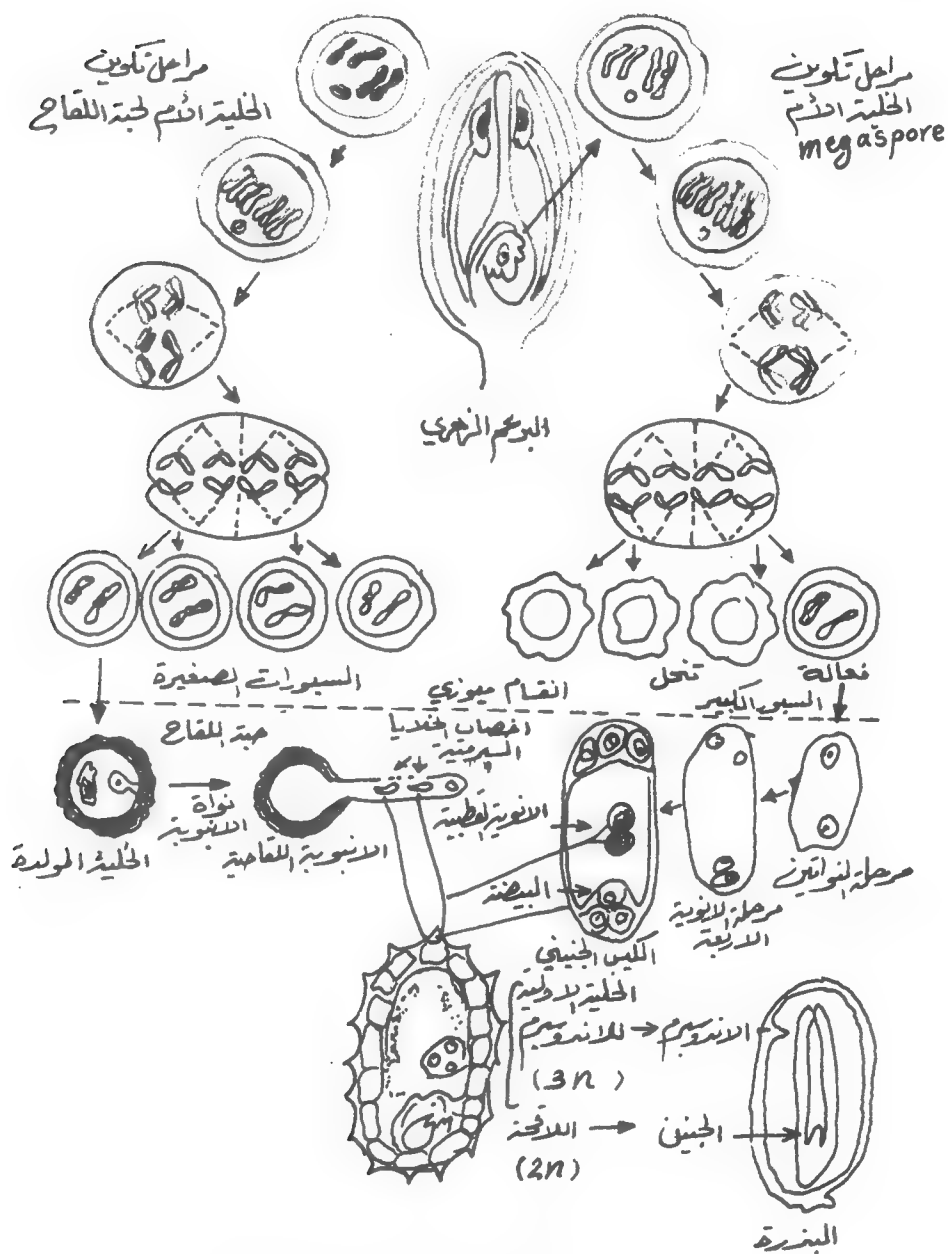
ينبغي على مربّي النبات ان يكون ملماً بنظام تكاثر المحصول الذي يعمل عليه ، حتى يمكنه استخدام طريقة التربية الملائمة . حيث ان معرفة الآلية الوراثية والطبيعية لأنظمة التكاثر المختلفة ضرورية جداً في تخطيط وتنفيذ برامج التربية .

في نباتات المحاصيل هناك نظامان رئيسان للتكاثر . الأول تكاثر جنسي Sexual reproduction والثاني تكاثر لاجنسي او خضري Asexual reproduction وفي الفقرات التالية سنتكلم بالتفصيل على هذين النظامين .

التكاثر الجنسي في نباتات المحاصيل :

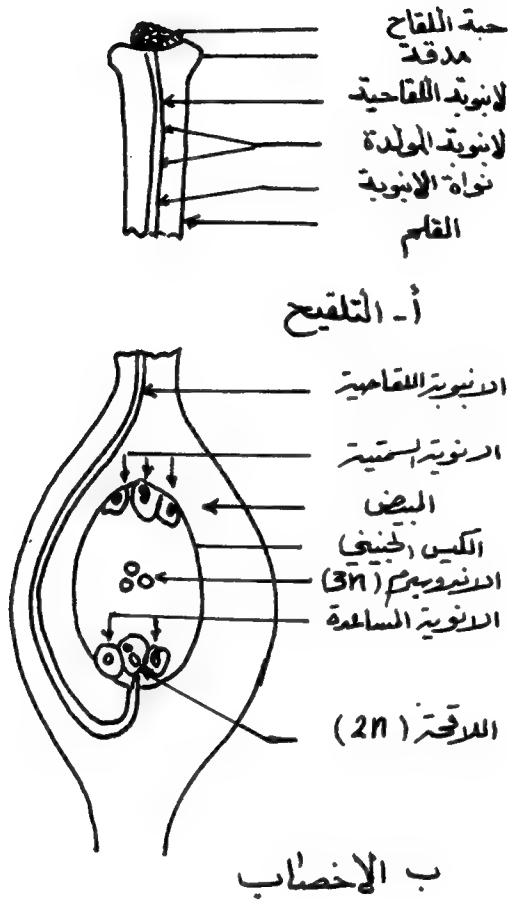
في التكاثر الجنسي نحصل على النسل من اتحاد الكاميتات الذكورية والانثوية . ولا يمكن الحصول على مديات واسعة من التباين الوراثي في النباتات الا عن طريق التكاثر الجنسي . يحصل التكاثر الجنسي في النبات عادة في الزهرة flower التي تحتوي على التراكيب الجنسية الخاصة بالتكاثر . تتكون الزهرة من أربعة اجزاء زهرية هي السبلات Sepals ، الاوراق التويجبة Petals والأسدية Stamens والمتاع (المدقة) Pistil . السبلات والأوراق التويجبة قد لا تكون ضرورية لعملية التكاثر . ان الاسدية والمدقات فقط تعمل في انتاج البذور . تتكون السداة من المتك anther والخويط filament وحبوب اللقاح Pollen grain (داخل المتك) . اما المدقة فتتكون من الميسم Stigma ، والقلم Style ، والمبيض Ovary والبويضات Ovules . يتراوح عدد البويضات في المبيض من

واحد كما في الحنطة والشعير الى عدة مئآت كما في التبغ . الشكل (٣ - ١) يوضح اجزاء الزهرة .



شكل ٣ - ١ الاكثار الجنسي في مغطاة البذور Angiosperms

يُحصل الانقسام الميوزي meiosis في الزهرة في كل من الاعضاء الذكرية والانثوية لتعطي حبوب لقاح تحتوي على نصف العدد الكروموسومي (n) في الكائن الثنائي المجموعة الكروموسومية $(2n)$ diploid. كذلك يحصل بالنسبة للبيوض. يوضح الشكل (٣-٢) عملية تكوين الكاميتات والاختصاب وتكوين البذور في نباتات المحاصيل.



شكل ٣-٢ التلقيح والاختصاب في نباتات مغطاة البذور

أشكال الأزهار:

تكون الأزهار إما كاملة خنثى وهذه تحتوي على الأعضاء الذكورية والانثوية كما في أزهار الكتان ، والتبغ ، والسلجم ، وفول الصويا ، والقطن والنباتات البقولية مثل الجوت والهرطمان ، تحتوي الأزهار الخنثى غير الكاملة عادة على أعضاء التذكير والتأنيث ولكن بدون سبلات أو أوراق تويجية مثل الحنطة والشعير ، والشوفان ، والذرة البيضاء ، والقصب السكري والرز وحشائش المراعي . وقد تكون الأزهار وحيدة الجنس unisexual أي أن هناك أزهاراً مؤنثة Pistillate أو مذكرة Stamineate كما في نباتات الذرة الصفراء والخيار والقرع . عندما تكون هذه الأزهار في النبات نفسه يطلق عليها احادية المسكن monoecious ، وأن الأزهار المذكرة أو المؤنثة واقعة على نباتات مختلفة لذلك فإنها تكون ثنائية المسكن dioecious كما في القنب Hemp وحشيشة الدينار Hops وحشيشة بفالو buffalograss .

تكوين الكامينات :

تنتج جميع الكامينات التي تشارك في التكاثر الجنسي من خلال عملية الانقسام الميوزي . نحصل من عملية تكوين الكامينات الذكورية microsporogenesis على أربع خلايا احادية المجموعة الكروموسومية Haploid من عملية انقسام الميوزي . تدعى هذه الخلايا بالأسبورات المصغرة microspores والتي عندما تنضج تكون حبوب اللقاح Pollen grain في المتك . قبل عملية التلقيح تنقسم النواة في حبة اللقاح انقساماً ميوزياً لتكون نواتين : الاولى تدعى بالنواة الانبوية tube nucleus والتي تبقى كاملة والثانية تدعى النواة المولدة generative nucleus التي تنقسم ميوزياً على نواتين ذكريتين 2 sperm nuclei وفي النتيجة تحتوي حبة اللقاح على ثلاثة نوى احادية المجموعة الكروموسومية (In) .

التزهير anthesis يعبر عن نضج المتك يرافقه استطالة الخويط الذي يحمل المتك . وفي العديد من الأنواع فإن استطالة الخويط يعبر عن خروجه من الزهرة وبذلك يوفر حبوب اللقاح لنباتات اخرى . وعند الوصول الى النضج تفتح المتوك أو تتمزق وبذلك تطلق حملاتها من حبوب اللقاح .

عند تكوين الكامينات الانثوية megasporogenesis تتحلل ثلاثة من الخلايا الاحادية الناتجة عن الانقسام الميوزي للخلية الأمية الانثوية ، وتتضخم الخلية الباقية

لتصبح ما يدعى بالكيس الجنيني embryosac. هناك تغيرات عديدة للخطوات التالية ولكن سنذكر هنا الحالة العامة ، حيث تحصل ثلاثة انقسامات ميتوزية متعاقبة بحيث نحصل على ثنائي نوى احادية المجموعة الكروموسومية (1n) من النواة الاصلية . تهاجر الأنوية الى المواضع الموضحة في الشكل (٣ - ١) . تقع نواة البيضة واثنان من الخلايا المساعدة Synergids عند نهاية المبيض قرب النقر micropyle وتقع ثلاث من الخلايا السمنية antipodal cells في طرف المبيض المقابل للنقر . تبقى اثنان من النوى القطبية في مركز الكيس الجنيني (Welsh, 1981) .

Fertilization

الاخصاب :

تعتبر عملية التلقيح عن وصول اللقاح الى الميسم وهي بداية لعملية الاخصاب . تكون حبة اللقاح انبوباً ينمو داخل نسيج القلم نحو النقر . خلال هذا الدور تتحرك النواة الانبوية في مقدمة نواتي السبرمية sperm nuclei (شكل ٣ - ٢) . وعندما تصل النواة الانبوية الى النقر تتحلل وتدخل نواتا السبرمية الى الكيس الجنيني .

وفي لحظة الاخصاب تتحد احدى نواتي السبرمية مع البيضة لتكون اللاقحة Zygote وتتحدد الاخرى مع النواتين القطبيتين لانتاج نواة الاندوسبرم . تدعى هذه العمليات بالاخصاب المزدوج Double fertilization والتي ينتج عنها لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) ونواة الاندوسبرم ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) . حوالي ٨٥٪ من ذوات الفلقتين تتبع هذه العمليات في الاخصاب . اما البقية فيكون لها اخصاب مزدوج ولكن تحتوي على تغيرات تتعلق أساسا في عدد النوى الموجودة في الكيس الجنيني في وقت الاخصاب .

عادة تنتج حبوب اللقاح بكميات وفيرة وبصورة أكثر من العدد المستعمل في الاخصاب وهذا واضح في وفرة حبوب اللقاح في حقل الذرة الصفراء عند التزهير . ان هذه الوفرة ضرورية لمقاومة نسبة الموت العالية في حبوب اللقاح . كذلك فان عددا من حبوب اللقاح يمكن ان يسقط على الميسم الواحد . وتنمو الأنابيب اللقاحية لها داخل نسيج الميسم ولكن الذي يفوز هو الكاميت الذكري الذي يكمل الرحلة ويخصب البيضة . ويوفر هذا آلية غريبة مؤثرة ضد الكاميتات الضعيفة بسبب خللها الوارثي او غير المتوافقة مع نسيج الانثى . وقد لعبت هذه الوفرة من حبوب اللقاح دورا مهما في عملية التطور .

يوفر الاندوسبرم نظاماً للاستناد الغذائي للجنين النامي خلال المراحل المبكرة من النمو ولكن ليس له تأثير وراثي في الجيل التالي ، حيث ان هذا التأثير محصور باللاقحة فقط . ولكن الاندوسبرم يلعب دوراً مهماً في النواحي الاقتصادية للعديد من المحاصيل كما في الحنطة والشعير والشوفان والرز والذرة الصفراء . تعتمد الانتاجية على قدرة النبات على اعطاء عدد كبير من الحبوب باندوسبرم ذو خواص فيزيائية وكيميائية معينة . وبسبب عملية الاختصاص المزدوج فان الانثى تشارك دائماً باليلين للتركيب الوراثي للاندوسبرم والذكر يشارك بالليل واحد لذلك فان التهجين $aa * AA$ سيكون لها اندوسبرماً بتركيب وراثي AAa . اما التهجين المتقابل $AA * aa$ فسيعطي اندوسبرماً بتركيب Aaa . وان التهجين بين التراكيب الخليطة سيعطي جميع التوافقات الممكنة ويمكن ان يكون تكرار الأليل في احد المواقع صفر ، ١ ، ٢ أو ثلاثة .

ان حجم الاندوسبرم وتطوره يمكن ان يتأثر وراثياً بطريقتين : الاولى : انعكاس المعلومات الوراثية للاندوسبرم في مظهره الخارجي النهائي كما في لون اندوسبرم الذرة الصفراء ومحتوياته من فيتامين A . الثانية : تتمثل في السيطرة على تكوين الاندوسبرم عن طريق التكوين الوراثي للنبات والذي ينعكس في كيفية النشاطات التي ينتجها النبات . فالتركيب الوراثي الذي لا يعمل بشكل جيد تحت ظروف الشد سيستج بذوراً تحتوي على اندوسبرم ضامر .

في نبات ذوات الفلقتين مثل الباقلاء ، واليزاليا يلعب الاندوسبرم دوراً صغيراً بينما يصبح للفلقة دور رئيس . والفلقتان جزء من الجنين الذي نما من اللاقحة $(2n)$ وتتبع نمط الانعزال الاعتيادي . وعندما درس مندل لون البذرة في اليزاليا فإنه كان ينظر في الحقيقة الى لون الفلقتين . لذلك كانت دراسته على نمط تورث الجنين ولم تختلط مع نمط تورث الاندوسبرم $(3n)$.

انظمة التلقيح الطبيعي :

من الطبيعي تنقسم أنظمة التلقيح على قسمين ، الاول : التلقيح الطبيعي الذاتي الذي يعبر عن اتحاد حبة اللقاح مع الميسم اما من نفس الزهرة او من زهرة اخرى على نفس النبات وكما يحصل في الازهار الخنثى . الثاني : هو التلقيح الطبيعي الخلطي والذي يحصل من اتحاد حبة لقاح من احدى النباتات مع ميسم لنبات مختلف . ويعني التلقيح المفتوح $open\ pollination$ ان النباتات حرة في تلقيح نفسها او مع نباتات اخرى :

ويجب التمييز بين مصطلحي التلقيح والاختصاص. ان التلقيح لا يعني حصول الاختصاص اوتوماتيكياً، حيث يمكن حصول التلقيح الذاتي او الخلطي دون ان يعقبها الاختصاص (اتحاد للكاميتات). من الصحيح القول بالاختصاص الذاتي او الخلطي لوصف تكوين اللقحة.

ميكانيكية السيطرة على التلقيح والاختصاص :

في النباتات ذات الاختصاص الذاتي توجد فرصة كاملة لحبة اللقاح للوصول الى ميسم الزهرة نفسها ، وتكون حبة اللقاح فعالة تماماً في بدء ونمو الانبوبة اللقاحية داخل أنسجة القلم ويكتمل الاختصاص بصورة اعتيادية . ان وجود درجة عالية من الاختصاص الذاتي لا يمنع امكانية حصول الاختصاص الخلطي تماماً . يدرج الجدول (٣ - ١) قائمة بالمحاصيل ذاتية التلقيح . وفي حالات عديدة يحصل اختصاص خلطي بتكرار واطي . فعلى سبيل المثال يكون التعبير ذاتي الاختصاص بدرجة كبيرة ولكن يحصل فيه اختصاص خلطي بحدود ٥ ٪ (Welsh, 1981). ان درجة التلقيح الخلطي تعتمد على كل من التركيب الوراثي والعوامل البيئية مثل درجة الحرارة ، والرياح ، ونسبة الرطوبة . ففي محاصيل الحبوب الذاتية الاختصاص تؤدي فترات الجو البارد الطويلة خلال الازهار الى اطالة حياة حبة اللقاح وزيادة فترة تقبل المياسم لحبوب اللقاح . اما الجو الحار والجاف المصحوب بهبوب الرياح فإنه يقلل من عمر حبة اللقاح ويختزل الاختصاص الخلطي .

ان الميكانيكية العامة التي تؤمن الاختصاص الذاتي تشمل التلقيح الذاتي قبل تعرض المياسم لأي حبوب غريبة . ويمكن لمربي النبات ان يؤمن التلقيح الذاتي الكامل عن طريق تكيس الازهار قبل وصولها مرحلة النضج الجنسي . وفي الطبيعة تساعد الزهرة الكاملة المحتوية على الأسدية والمدقات في التلقيح الذاتي ولكن ذلك ليس مضموناً ضماناً أكيداً . وفي الازهار المنغلقة CLeistogamy حيث لا تفتح الازهار نهائياً تؤمن الاختصاص الذاتي . وعلى العموم تتأثر درجة التعبير عن غلق الزهرة بتغير التراكيب الوراثية والبيئية . وقد وجدت الزهرة متفاوتة في انغلاقها في اصناف فول الصويا ، وكذلك وجد ان للظروف البيئية تأثيراً في ذلك (Erickson, 1975) .

هناك ميكانيكية اخرى لتأمين الاختصاص الذاتي في النباتات التي تفتح ازهارها Chasogamy حيث يحصل التلقيح والاختصاص قبل انفتاح الزهرة . ومن الامثلة على ذلك الحنطة ، والشعير ، والشوفان والرز . وفي العادة فإن لمثل هذه الانواع درجة اعلى من

جدول ٣ - ١ . بعض الأمثلة على محاصيل ذاتية الاخصاب

البطاطا	الشعير
الطماطة	الحنطة
الخس	القطن
	الرز
الباميا	الكتان
المشمش	الشوفان
الخوخ	فستق الحقل
البزاليا	التبغ
	الفاصوليا
	البرسيم الحلو
	الذرة البيضاء
	الهرطمان
	فول الصويا

الاخصاب الخلطي مقارنة بالازهار المنغلقة ولكنها تعد ذاتية التلقيح بسبب حصول التلقيح المبكر وبشكل كبير خلال عملية التزهير. وفي مرحلة الازهار المرئي نشاهد بروز المتوك من الزهيرات وهذا يؤثر حصول الاخصاب ايضاً. وتعتمد درجة الاخصاب الخلطي في هذا الشكل من الازهار على التركيب الوراثي والظروف البيئية.

هناك عددٌ من المحاصيل الذاتية التلقيح التي تصل فيها نسبة التلقيح الخلطي الى ٥٠٪ مثل القطن ، والذرة البيضاء والحشيش السوداني. رغم ان هذه المحاصيل ذاتية الاخصاب بدرجة عالية الا ان تعرض المياسم وشيثاً من عدم التوافق بين نضج حبوب اللقاح والميسم يؤديان الى حصول زيادة في نسبة التلقيح الخلطي. وتعمل الرياح كما في الذرة البيضاء والحشيش السوداني والحشرات في القطن كنواقل رئيسة لحبوب اللقاح.

الجدول (٣ - ٢) يبين المحاصيل الخلطية الاخصاب وهي الانواع التي لها تلقيح خلطي بنسبة أكثر من ٥٠٪. وهناك عدد من الآليات التي تساعد في ارتفاع نسبة

التلقيح الخلطي . (١) حالة احادية المسكن monoecious حيث تقع الاعضاء الذكرية والانثوية على اجزاء مختلفة من النبات نفسه . ففي الذرة الصفراء تقع النورة الذكرية في قمة النبات والنورة الانثوية في أبط الاوراق . وعلى العموم فان احادية المسكن بحد ذاتها لا تؤمن التلقيح الخلطي ، ففي الذرة الصفراء يمكن اجراء التلقيح الذاتي بسهولة بطرق العزل الاعتيادية . وعلى العموم فان وفرة انتاج حبوب اللقاح في حقل الذرة والاختلافات في وقت النضج بين المتوك في النورة الذكرية والحريرة او المياسم يؤديان الى حصول نسبة عالية من الاخصاب الخلطي .

جدول ٣ - ٢ . بعض الأمثلة على محاصيل خلطية الاخصاب

اللوز	اللهاة	الجت
التفاح	الجزر	البنجر السكري
الموز	الكرفس	الذرة الصفراء
الكرز	الخيار	* الجلجل
التين	البصل	* حشيشة الدينار
* نخل التمر	العنجااص	البرسيم الأحمر
العنب	القرع الأحمر	برسيم السايك
الزيتون	الفجل	حشيشة الشيلم
العرموط	السييناغ	الشيلم
البكان	التوت الأوربي (الشليك)	عباد الشمس
العنجااص	الرقى	البرسيم الحلو
الجوز	الاسبركس	برسيم رجل الطير

• ثنائية المسكن .

ان نضج المياسم قبل حبوب اللقاح Protandry ونضج حبوب اللقاح قبل المياسم Protogamy يؤديان الى حصول الاخصاب الخلطي . وهناك تغايرات في هذه الانظمة باختلاف الانواع وان وجود هذه الآليات لا يني حصول الاخصاب الذاتي تماماً .

عندما تكون النباتات الانثوية منفصلة عن النباتات الذكورية اي في حالة ما يدعى بشنائية المسكن dioecy فان ذلك يؤمن التلقيح الخلطي تماماً كما في نباتات حشيشة الدينار Hops ، والقنب hemp ، والاسبركس asparagus ، والسبيناغ والنخيل . ان السيطرة الوراثية على التحديد الجنسي في النباتات الشنائية المسكن وصفت لأول مرة في اوائل عام ١٩٠٠ وأصبحت مهمة جداً في استراتيجيات تربية النبات خصوصاً في الذرة البيضاء . وعلى سبيل المثال يظهر ان ثنائية المسكن يتحكم فيها عدد من المواقع الجينية مسئولة اما عن منع تكوين المتوك او الكريلات . ويسيطر على هذه المواقع مواقع اخرى رئيسة بالأليلات M او m . فاذا كان التركيب الوراثي للنبات Mm يكون ذكراً Staminate ، بينما يكون التركيب mm انثى Pistillate .

وان التركيب الوراثي MM غير ممكن . ويسيطر على هذه الاشكال الجنسية الشنائية عادة وفي العديد من الانواع عن طريق علاقات ارتباط معينة ضمن كل مجموعة جنسية . تم حماية هذا الارتباط من اعادة التوافق recombination بالعبور الوراثي عن طريق تطور كروموسومات جنسية مختلفة الشكل مشابهة للموجودة في الانواع الحيوانية .

عدم التوافق الذاتي : Self incompatibility

تناول هذه الميكانيكية اعتماد نمو الانبوبة اللقاحية لحبة اللقاح على التركيب الوراثي لتوافقات معينة للكاميتات الذكورية والانثوية . ومن ناحية تربية النبات فان عدم التوافق الذاتي يحد ويدرج خطيرة من التوافقات الوراثية الممكنة والتي يمكن انتاجها بالعبور الوراثي . ان عمل عدم التوافق الذاتي يتركز حول فكرة ان حبة اللقاح تكون غير متوافقة مع نسيج القلم اذا لم تنبت او تنتج انبوبة تنمو نمواً بطيئاً جداً للانبوبة اللقاحية . وبهذا يكون الاخصاب محدداً فقط بحبوب اللقاح المتوافقة والتي تنبت وتكون انبوبة لقاحية اعتيادية النمو حتى ولو سقط كلا النوعين من حبوب اللقاح على الميسم في آن واحد .

يسيطر على التوافق او عدم التوافق الذاتي نظام وراثي يعمل في كل من النبات الانثى والذكر . من ناحية النشاط يستند النظام على التداخل الفسيولوجي بين حبة اللقاح (In) والقلم (2n) . هناك سلسلة آليات متعددة يرمز لها ب S تحكم النظام . تقليدياً افترض وجود موقع جيني واحد للسيطرة ولكن ذكر وجود موقعين في بعض الأنواع (Pandy, 1977) . في المناقشات التالية سنفترض وجود موقع واحد وسلسلة الآليات S_1, S_2, S_3 التي نشأت عن طريق الطفرات . يتغير عدد الآليات على وفق النوع .

Gametophytic system

آ- عدم التوافق الكاميئي

في هذا النظام يحصل عدم التوافق عندما يوجد آليل مشترك بين حبة اللقاح والميسم. وكمثال التهجين $(S_1S_2 * S_1S_2)$ يكون غير متوافق بسبب كون التركيب الوراثي لحبوب اللقاح اما S_1 او S_2 وكلاهما يشبه الآليات الموجودة في نسيج القلم. اما التهجين $(S_1S_3 * S_1S_2)$ سيكون متوافقاً وينتج نسلأً بالتركيب الوراثي (S_2S_3, S_1S_3) بسبب حمل الكاميئت الذكري الاليل (S_3) والذي يكون فعالاً. التهجين المتقابل سيكون متوافقاً وينتج النسل (S_2S_3, S_1S_2) . ومن الناحية النظرية لا يمكن الحصول على اصالة وراثية للأليل (S) .

Sporophytic system

ب- النظام السبوري :

يحتوي هذا النظام على شكل من أشكال السيادة Dominance. حيث يكون الأليل S_1 سائداً على جميع الآليات الاخرى و S_2 سائداً على جميع الآليات الاخرى ما عدا S_1 وهكذا. وأثناء عملية تكوين السبورات microsporogenesis فان جميع حبوب اللقاح وبغض النظر عن التركيب الوراثي فانها تبقى على الاستجابة المظهرية للأليل السائد في النسيج الثنائي للأب. فعلى سبيل المثال فان الأب بالتركيب الوراثي S_1S_2 سينتج حبوب لقاح بالمظهر S_1 فقط رغم ان بعضاً من حبوب اللقاح بالتركيب الوراثي S_2 . ولا توجد سيادة يعبر عنها من جهة الانثى، وتعمل الانثى بصورة تماثل بالضغط كما في حالة النظام الكاميئي (Welsh, 1981). في النظام السبوري يكون التهجين $(S_1S_2 * S_1S_3)$ غير متوافق بسبب تأثير السيادة من جهة الأب والذي تملي ان حبوب اللقاح من التركيب (S_1) و (S_3) لها المظهر نفسه (S_1) . وان (S_1) غير متوافق مع نسيج القلم (S_1S_2) . وبالمقارنة مع النظام الكاميئي فان النظام السبوري يسمح ببعض الأصالة الوراثية للأليل (S) . وكمثال التهجين $(S_2S_3 * S_1S_2)$ سيعطي نسلأً من التركيب (S_1S_2) و (S_1S_3) و (S_2S_2) و (S_2S_3) .

يعتقد ان الاختلاف بين النظامين يعتمد على توقيت تكوين عنصر حيوي يرافق استجابة حبة اللقاح لعدم التوافق. وربما يحصل هذا في الادوار المتأخرة جداً من تطور النظام الكاميئي وبشكل مبكر جداً في النظام السبوري.

من هذه المناقشة نرى ان نظام عدم التوافق يشجع على الاختصاص الخلطي في أنواع عدة. وقد حصل على نجاحات كبيرة عن طريق المطفرات للحصول على طفرات في الاليل

(S) والتي يمكن ان تنتج اخصاباً ذاتياً في الانواع غير المتوافقة ذاتياً. وفي حالات اخرى والتي تنمو فيها الانبوبة اللقاحية ببطء فان بالامكان الحصول على الاخصاب الذاتي اما عن طريق التخلص من حبوب اللقاح الغريبة ، او ازالة جزء من القلم او المعاملة الميكانيكية باستخدام الحرارة او التبريد في القلم. لذلك يعد عدم التوافق الذاتي ميكانيكية تشجع التزاوج بين التراكيب الوراثية غير المتشابهة ولكنها تسمح بقدر معين من المرونة للتوافقات الوراثية.

تحديد نظام الاخصاب :

ان معرفة نظام الخصوبة مهم في التحسين الوراثي لأي نوع بسبب كون الميكانيكية التي تتحكم في تسهيل الحصول للتوافقات الوراثية الجديدة . وترد العديد من الاسئلة في حقل التربية حول درجة الاخصاب الذاتي او الخلطي ، واذا ما حصل اخصاب خلطي فما هي الميكانيكية المسؤولة عن ذلك ؟ واذا ما كان هناك امكانية للاخصاب الذاتي فما هي النتائج الوراثية ؟

ليس من الصعوبة إيجاد مقدار الاخصاب الذاتي او الخلطي في محاصيل مثل الحنطة والشعير. ان استخدام العلامات الوراثية genetic marker مثل اللون يكون جيداً في مثل هذه الدراسات. وعلى سبيل المثال زراعة الصنف الأصيل للجين السائد للقنابع الحمراء بجانب النبات الأصيل للقنابع البيضاء في الحنطة. فالنبور المنتجة والمحسودة من النبات الأبيض القنابع تزرع ثم يتم حساب عدد النباتات ذات القنابع الحمراء في العشيرة الناتجة وتنسب لتكون نسبة التلقيح الخلطي بين الكاميتات الانثوية للصنف الأبيض القنابع والكاميتات الذكرية للنبات ذي القنابع الحمراء. ويجب ان نذكر ان هذا الاختبار يعطي كمية التلقيح الخلطي بين نباتات الآباء تحت ظروف بيئية معينة ويمكن ان تعطي اصنافاً وبيئات اخرى نتائج مختلفة .

ان تقويم الأنواع ذات المستوى الاخصابي الخلطي الطبيعي العالي غير سهل ويحتاج الى درجة معينة من العزل لتحديد نسبة التلقيح الذاتي او الخلطي. وفي العزل المكافيء يتم منع النباتات من استلام حبوب لقاح غريبة بسبب المسافة غير ان هذا غير عملي في أغلب الحالات بسبب زراعة النوع في مساحة جغرافية واسعة.

البدائل التي تستعمل على نطاق واسع هو استعمال بعض اشكال العزل الميكانيكي مثل التكميس او الوضع في اقفاص. هناك عدد من المشاكل التي تصادفها في مثل هذه

الحالات . ففي حالة التكييف قد تتغير الظروف البيئية داخل الكيس مثل درجة الحرارة ، والضوء ، والرطوبة النسبية بحيث تكون البيانات انعكاساً لظروف ميكانيكية العزل وكذلك نظام الاخصاب . كذلك قد تكون هناك حاجة الى حوامل لحبوب اللقاح مثل الحشرات التي تحتاجها في الانظمة الطبيعية . يجب تصميم طرق العزل بحيث تشمل الحشرات او وسائل بديلة لنقل حبوب اللقاح .

حتى ولو امكن ايجاد درجة التلقيح الذاتي او الخلطي فان مسألة الميكانيكية التي تحكم الاخصاب لا تزال بحاجة الى استقصاء بطرق جديدة تتطلب فريقاً من المربين وعلماء الوراثة . ان الدراسات الموسعة لنظام عدم التوافق الذاتي مثال جيد في هذا الخصوص . في حالة المربي فان بإمكانه الاعتماد على المعلومات المتوفرة وتصميم برنامج التربية حول النظام الملاحظ دون الفهم الكامل للميكانيكية الكاملة حول الموضوع .

أنظمة التلقيح الاصطناعي :

ان من صلب برامج التربية ، القدرة على انتاج التوافقات الوراثية الجديدة ثم انتخاب الأنماط الجيدة . لانجاز هذه المهمة يجب العمل على التقاء كل من الكاميتات الذكرية والانثوية من الاكباء المرغوبة . ان انتاج الهجن هي من أكثر خطوات برنامج التربية أهمية . وهنا يجب التمييز بين العملية الميكانيكية للتهجين وانتاج النسل من توافقات أبوية معينة . ان عمل التهجين يستغرق فترة زمنية قصيرة . ولكن تصميم التوافقات الأبوية من جهة اخرى يتطلب الأساس المعرفي والتدريب وذكاء المربي . سنتناول في هذه المناقشة ميكانيكية عمل التهجينات . اما مسألة اختيار الآباء فستتم في الفصول القادمة :

لا يمكن تغطية جميع طرق التهجين في المحاصيل المختلفة لتغايرها الكبير واختلاف ميكانيكية التهجير ضمن وبين الأنواع . وتملي هذه التغيرات عدداً واسعاً من تقنيات التهجين . وسنذكر النقاط الرئيسة في هذا الصدد وعلى الطالب مراجعة مصادر أكثر تخصصاً لكل من المحاصيل المختلفة والمذكورة في نهاية الفصل مثل (Poelhman 1983) و (Bhanderi, 1979) وغيرهم .

ان هدف اي برنامج للتهجين هو وضع الكاميتات الذكرية والانثوية معاً بحيث يتوافقان بشكل ناجح لانتاج الهجين والتوافقات الابوية الجيدة التي تعطي النسل المرغوب .

وفي الانواع التي تكون فيها الزهرة خنثى فمن الضروري ازالة المتوك أي اجراء عملية- الاخصاء Emasculation قبل التزهير. وهذا ضروري جداً في النباتات الذاتية الاخصاب ، بينما العملية ليست ضرورية بنفس الدرجة في الأنواع ذوات الدرجة العالية من العقم الذاتي . تتغير تقنيات الاخصاء باختلاف حجم المتك وموضعه ضمن الزهرة والوقت النسبي للنضج بين المتوك والميسم . الطرق الشائعة لازالة المتوك تكون باستعمال الملاقط والمقصات ، والاظافر ، وعيدان الاسنان او بعض معدات المص . نحتاج للعملية قوة نظر جيدة وبدأ ثابتة في العديد من الانواع ذات الأزهار الصغيرة . في بعض الأحيان يمكن اجراء الاخصاء باستعمال طرق الشد البيشي مثل الماء الحار الذي ينتج عنه موت حبوب اللقاح . في النباتات الأحادية المسكن والنثائية المسكن تكون عملية الاخصاء سهلة جداً ، ففي الذرة الصفراء على سبيل المثال تشمل عملية الاخصاء على كسر النورة الذكرية فقط .

بعد اخذ الاحتياطات للتخلص من حبوب اللقاح غير المطلوبة تأتي الخطوة الثانية وهي اجراء عملية التلقيح Pollination . ويعتمد توقيت العملية على وجود حبوب اللقاح الناضجة في وقت تقبل المياسم لها . يختلف الوقت من عملية الاخصاء وحتى التلقيح من نوع لآخر . ففي محاصيل الحبوب يجب انجاز التلقيح في فترة ١ - ٥ أيام من بعد الاخصاء ، بينما في بعض الأنواع يمكن اجراء الاخصاء والتلقيح في الوقت نفسه .

هناك عدد من الطرق لنقل حبوب اللقاح واستخدامها على الزهرة المخصبة :

(١) يمكن وضع الازهار المفتحة قرب الزهرة الانثى وذلك بوضعها في كيس يضمها معاً وعلى فترات يمكن رج الكيس لاثارة حبوب اللقاح .

(٢) يمكن جمع حبوب اللقاح من الازهار الذكرية المرغوب فيها ووضعها على الميسم يدوياً باستخدام فرشاة او ملقط .

(٣) في الأنواع ذات الازهار المغلقة يمكن ازالة المياسم من الازهار الملقحة ذاتياً حديثاً مع حملتها من حبوب اللقاح وتفرش بها الازهار المخصبة . ومهما تكن الطريقة فانه يجب الحذر لتأمين استخدام حبوب اللقاح المناسبة على الميسم المطلوب . وقد يتطلب هذا بعض التعقيم للآلات المستعملة للتلقيح عند استعمال مصادر مختلفة من الذكور .

ان الفترة التي تبقى فيها حبوب اللقاح حية Pollen longevity مهمة جداً في عملية التهجين . ان مرابي الحبوب محددون بالحصول على حبوب اللقاح من النباتات الذكرية المتوفرة في الموقع وذلك لان عمر حبة اللقاح في العديد من الحشائش يكون

دقائق قليلة. وعادة هناك حاجة للعزل عن طريق التكييس قبل التلقيح وبعده وذلك لابعاد حبوب اللقاح الغريبة. ويجب اخذ الاحتياطات اللازمة لابقاء الظروف البيئي داخل الكيس ملائمة للاخصاب ونمو الجنين.

يجب عمل السجلات اللازمة لعملية التهجين. وعادة تحتوي هذه السجلات على معلومات تعتمد كميتها على احتياجات برنامج التربية المعين. وقد تكون المعلومات مفصلة للتعرف على كل أب في التهجين المعين او تكون معلومات عامة عن مجموعة الآباء المستعملة في بعض اشكال التهجين الاجالي. غالباً ما تحتوي هذه السجلات عن معلومات عن انتاجية الآباء التي يجب الانتباه اليها في التهجينات المقبلة. بعد اجراء عملية التهجين تعلق علامة تحتوي المعلومات الضرورية عن كل أب.

من الضروري ان يعرف مربى النبات الاحتياجات البيئية للنباتات بحيث تزدهر في وقت مبرمج. وتلعب كل من درجات الحرارة والفترة الضوئية دوراً رئيساً في آلية التزهير في معظم الأنواع. ويجب فهم العملية جيداً لتحقيق التوافق في التزهير بين الآباء المرغوب فيها ثم التهجين بينها. يمكن اجراء التهجين في الحقل او في البيت الزجاجي. ويفضل العديد من مربى النبات أن من المناسب اجراء التهجينات في البيت الزجاجي خلال فصول السنة التي يقل فيها العمل الحقل. وتعتمد مرونة العمل على النوع حيث ان بعض الأنواع لا تنجح في البيئات الاصطناعية.

المضامين الوراثية للاخصاب الذاتي والخلطي :

يختلف التكوين الوراثي في المجتمعات الناتجة عن الاخصاب الذاتي او الخلطي سنناقش هذه الاختلافات بشكل عام وسوف تستخدم في برامج تربية معينة في الفصول القادمة.

آ- الاخصاب الذاتي :

تميل مجتمعات الأنواع الذاتية الاخصاب في ان تصبح عالية الأصالة الوراثية. ويمكن البرهنة على ذلك بسهولة باستعمال موقع جيني واحد باليلين. اذا اخصب النبات الخليط (Aa) ذاتيا نحصل على مجتمع من الافراد والتركيب الوراثية بالنسب $\frac{1}{4} AA : \frac{1}{2} Aa : \frac{1}{4} aa$

وتحتل نسبة الخليط الى النصف في كل جيل من التلقيح الذاتي . ويمكن التعبير عن نسبة الخط الوراثي في اي جيل من الأجيال باعتماد الصيغة $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ حيث n تمثل عدد الأجيال الانعزالية . وكمثال في حالة موقع جيني واحد سيكون ثمن المجتمع خليطاً في الجيل الرابع (F_4) . أي $\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^3$ حيث ان عدد الأجيال الانعزالية في الجيل الرابع هو ثلاثة أي F_2, F_3, F_4 . وإذا ما استمر التلقيح الذاتي ومن دون انتخاب فان المجتمع سيتكون في نهاية الامر من ٥٠٪ أصيل سائد و ٥٠٪ أصيل متنحي .

عادة يزداد الامر تعقيدا في النظام بادخال عدد اكبر من المواقع . سيعتمد عدد الأفراد الأصلية تماما على كل من عدد المواقع وعدد أجيال التلقيح الذاتي . ويمكن استعمال المعادلة $n(2^m - 1)/2^m$ لحساب نسبة الأفراد الأصلية في كل جيل . هنا يمثل الرمز (m) عدد الأجيال الانعزالية و (n) عدد المواقع الجينية المشمولة بالدراسة . فعلى سبيل المثال اذا كان لدينا نظام من ثلاثة مواقع في الجيل الانعزالي الاول (F_2) سيكون ثمن $\frac{1}{8}$ الافراد أصلية للمواقع الثلاثة .

وطبيعي ستشمل الأفراد الأصلية للآليات السائدة في المواقع الثلاثة . أو موقع سائد و ٢ متنحي .. الخ في الجيل الثالث (F_3) لنفس المجتمع تكون نسبة التراكيب الوراثية الأصلية بنسبة ٢٧ / ٦٤ من المجتمع وتمثل بذلك زيادة كبيرة في نسبة الأفراد الأصلية في جيل من التلقيح الذاتي .

كذلك يمكن حساب عدد أفراد المجتمع التي لها درجات مختلفة من الأصالة . ان مفكوك معادلة ذي الحدين $[1 + (2^m - 1)]$ سيعطي مثل هذه المعلومات . وهنا ايضا (m) تساوي عدد الأجيال الانعزالية و (n) تمثل عدد المواقع . في مفكوك هذه المعادلة يمثل اس العدد الاول من المعادلة عدد المواقع الخليطة وأس العدد الثاني يمثل عدد المواقع الأصلية . ويمكن تبسيط المعادلة بشكل $(a + b)^n$ حيث أن : $1 = a$ و $b = 2^m - 1$. ففي مثال لمجتمع في الجيل الرابع F_4 وثلاثة مواقع ستكون كالآتي :

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 \quad \dots (1)$$

تمثل :

a^3 = عدد الافراد الخليطة للمواقع الثلاثة .

$3a^2b$ = عدد الافراد الخليطة لموقعين والأصلية لموقع واحد .

$3ab^2$ = عدد الأفراد الخليطة لموقع واحد وأصيلة لموقعين.

b^3 = عدد الافراد الأصيلة للمواقع الثلاثة.

يجب حساب قيم a و b . قيمة a دائماً تساوي ١.

$$b = 2^m - 1$$

$$b = 2^3 - 1 = 7$$

لذلك تكون مفكوك المعادلة (١) كما يلي :

$$(1 + 7)^3 = 1^3 + 3(1)^2(7) + 3(1)(7)^2 + 7^3$$

أي أن :

عدد الافراد خليطة لثلاثة مواقع وأصيلة لصفر = ١

عدد الافراد خليطة لموقعين وأصيلة ١ = 21

عدد الافراد خليطة لموقع واحد وأصيلة لموقعين = 147

عدد الافراد خليطة لصفر وأصيلة لثلاثة مواقع = 343

المجموع

512

وفي هذه المعادلة نلاحظ درجة الاصاله العاليه الناتجه عن الاختصاص الذاتي حيث أن

نسبة الخلط لا تتجاوز $\frac{1}{512}$ أي ٠,٢٪ في جميع المواقع الجينية في الجيل الرابع .

الاخصاب الخلطي :

ان ديناميكية المجتمع الخلطي التلقح يعبر عنها بقانون هاردي - واينبرغ - Hardy Weinberg Law والذي ينص على بقاء التراكيب الوراثية والمظهرية في المجتمع بحالة توازن بعد جولة واحدة من التزاوج العشوائي اذا ماتم تلبية عدد من الفرضيات وهذه تشتمل على: (١) تزاوج عشوائي كامل (٢) لا توجد هجرة (٣) عدد كبير من الافراد في المجتمع (٤) تكوين ثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid. وحيث ان من الصعوبة تلبية جميع هذه الفرضيات في كل مجتمع ولكن يمكن استخدام قاعدة هاردي - واينبرغ على العديد من الأنواع الخليطة الاختصاص .

للتوضيح فأننا نبدأ من مجموعة من الأفراد الخليطة (Aa) في احد المواقع . ان التزاوج بين هذه الأفراد سيعطي النسبة المعروفة 1AA: 2Aa; 1aa في الجيل التالي . فاذا كان المجتمع خلطي الاختصاص بشكل تام فان لكل كاميت الفرصة الكاملة للاتحاد مع أي

كاميت اخرى في تلك الجولة من التزاوج . وفي هذا المجتمع سيكون تكرار (A) مساويا لتكرار (a). وعندما تتزاوج هذه الافراد بشكل عشوائي نحصل مرة اخرى على النسبة $1AA:2Aa:1aa$. سيعاد هذا النمط لعدد غير محدود من الأجيال ولأي عدد من المواقع الجينية . لذلك في الأنواع الخليطة الاخصاب يحافظ على عدد كبير من الأفراد الخليطة ، وتبقى الأليلات المتنحية مخفية في التراكيب الوراثية الخليطة .

الاكثار اللاجنسي :

يتكاثر عدد من النباتات ذات القيمة التجارية تكاثرا لاجنسيا اي بدون اتحاد الكاميتات مثل اشجار الفاكهة ، والبطاطا ، والاعشاب المعمرة والبقوليات المعمرة . تتكاثر هذه النباتات اما عن طريق المدادات ، والعيون ، وتقسيم التاج ، والأقلام . وقد أجريت أبحاث كثيرة حول الاهمية الاقتصادية للاكثار اللاجنسي للنباتات فقد وصف Wright (1975) تقنيات الأكار مع التركيز على الاكثار اللاجنسي .

الأمثلة السابقة كانت عن الاكثار من خلال الانسجة الخضرية لانتاج الجيل التالي . هناك أشكال اخرى للاكثار اللاجنسي مثل التكاثر العذري من نوع Apomixis حيث تنتج البذور من دون اتحاد للكاميتات الذكرية والانثوية . هناك عدد من اشكال التكاثر العذري هذا ولكن العامل المشترك بينها هو تطور الكاميت الانثوي ، اما مختزل العدد الكروموسومي او غير مختزل ، الى البذرة . يتكون الفرد الجديد من دون مشاركة من الذكر . احيانا يختلط هذا النوع من التكاثر مع التكاثر الجنسي لذلك نحتاج الى دراسات موسعة لتحديد فيما اذا كانت البذور منتجة عن طريق جنسي اولاجنسي . مارا ماتستخدم المعلامات الوراثية Genetic markers للتعرف على نسبة هذا النوع من الاكثار . يبدو الاكثار العذري من هذا النوع جذابا في النباتات التي تتكاثر خضرية حيث يمكن خزن ونقل البذور بصورة أسهل بكثير من الاجزاء الخضرية . عادة يسيطر على هذا النوع من التكاثر وراثيا وقدم Khaklov (1976) ملخصا حول الموضوع .

هناك شكل آخر من الاكثار الخضرية لانتاج البذور عن طريق أجنة النيوسيلة nucellar embryony وهو شائع في أنواع الحمضيات مثل البرتقال . في هذه الحالة تتطور خلايا جسمية من النيوسيلة الى بذور ويكون تركيبها الوراثي مشابهاً للأُم تماما حيث انها لم تنشأ عن طريق الاخصاب . في بعض الاصناف قد نحصل على عدد قليل جدا من البادرات الجنسية . قد يكون من الضروري تنبيه النبات لتكوين مثل هذه البذور عز

طريق الاختصاص لغرض البدء بتكوين أجنة النيوسيلة ، ولكن بعد الاختصاص تكون خلايا النيوسيلة أكثر قدرة على النمو والتكاثر على حساب أجنة اللاقحة الاعتيادية . ويظهر أن للظروف البيئية والتراكيب الوراثية دورا في السيطرة على هذه الظاهرة (Welsh, 1981).

المضامين الوراثية للتكاثر اللاجنسي واضحة حيث بالامكان اكتثار التركيب الوراثي سواء كان أصيلا أو خليطا دون الخوف من الانعزال اذا لم تكن هناك احداث طفورية او اتحاد للكاميتات الذكرية والانثوية حيث تبقى التراكيب الأصلية ثابتة جيلاً بعد جيل . ان لهذا النوع من التكاثر فائدة لمربي النبات وذلك لامكانية تثبيت التركيب الوراثي لأي توافق مرغوب فيه وأكثاره مباشرة الى مالا نهاية . وقد اشار Welsh (1981) الى حالة البطاطا صنف Russett Burbank المرغوب فيه والذي تم استنباطه قبل عام ١٨٩٠ ولكنه لا يزال يحتل ٤٠ - ٤٥٪ من المساحة الكلية المزروعة بالبطاطا في الولايات المتحدة عام ١٩٧٨ من دون تغيير وراثي يذكر . ومن ناحية ثانية يواجه مربو المحاصيل التي تتكاثر خضرية مشكلة صعبة جدا . ان تكوين اللاقحة من خلال الاتحاد الجنسي لا يمكن تحقيقه في المحاصيل الخضرية التكاثر بنفس الدرجة التي نشاهدها في المحاصيل البذرية ، لذلك فان الاتحادات الجديدة الوراثية تكون صعبة او غير ممكنة الانجاز . واذا ما أمكن تحقيق الاتحادات الجديدة فان القواعد الوراثية تطبق بنفس الأسلوب المطبق سواء في المحاصيل المتكاثر جنسيا او غير جنسي .

ملخص :

ان منوال التكاثر في النبات يقدم مجموعة من التحديات في كل نوع من أنواع المحاصيل . ان فهم ميكانيكية التكاثر مهم جدا لغرض انتاج توافقات وراثية جديدة والاستفادة من التغيرات الوراثي المتوفر . وبالضرورة أصبح مربو النبات يجدد من تقنيات التهجين وأكثار النبات . ان لكل من الاكثار الجنسي واللاجنسي أنظمتها الخاصة بالتكاثر وفوائده الوراثية ومحدداته . ان القدرة على الخلق والابداع من الامور المهمة جدا في مهنة مربو النبات .

References

مصادر الفصل الثالث

- Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons. Inc. U.S.A. pp 43 – 49.
- Bhandari, M.M. 1979. Practicals in Plant Breeding. A manual cum – Practical record (2nd ed.). Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publishing Corporation. pp 36 – 51.
- Erickson, E.H. 1975. Variability of Floral Characteristics influences honey bee visitations to soybean blossoms. Crop Sci. 15: 767 – 771.
- Fehr, W.R. and H.H. Hadley (eds.) 1980. Hybridization of Crop Plants. Am. Soc. Agron. Madison. Wisc.
- Khaklov, S.S. 1976 (ed.). Apomixis and Breeding. Amerind, New Delhi.
- Pandy, K.K. 1977 Origin of complementary incompatibility System in flowering Plants. Theor. and Appl. Genet. 49:101 – 109.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd ed. AVI, Westport Conn. U.S.A.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons. pp 69 – 100.
- Wright, R.C.M. 1975. The complete handbook of plant Propagation. Macmillan. New York.

الفصل الرابع
ميكانيكية الأخصاب في تربية المحاصيل
Fertilization Mechanisms in crop
Breeding

مقدمة

عدم التوافق

التحكم الوراثي في عدم التوافق

استخدام عدم التوافق في تربية النبات

العقم الذكري

طرق الاستفادة من جينات العقم الذكري

العقم الذكري السايكوبلازمي

الحفاظة على أنظمة العقم واستعادة الخصب

مشاكل العقم السايكوبلازمي واستعادة الخصوبة

المصادر

الفصل الثامن

ميكانيكية الأخصاب في تربية المحاصيل

مقدمة :

يهم مربو النبات بمدى تكوين البذور في أنواع المحاصيل المختلفة. إن الفشل في التلقيح الذاتي أو التلقيح الخلطي يعتمد على نظام التربية breeding system في النوع المعين وهذا بدوره يعيق الحصول على التوافقات الجينية ويحد من إنتاج البذور. وهناك عادة محاصيل ذاتية الأخصاب بصورة طبيعية مثل الحنطة ، والشوفان ، والشعير ، والرز وفول الصويا والبعض الآخر خلطي التلقيح مثل الذرة الصفراء الذي يعطي بذوراً من التلقيح الذاتي أو عند التلقيح الخلطي بين الأصناف ضمن النوع . وفي العديد من أنواع المحاصيل خلطية التلقيح مثل أشكال من البرسيم والجت والبرسيم الحلو والشيلم والبنجر السكري والعديد من الحشائش المعمرة تعطي كمية منخفضة من البذور أو لا تعطي بذوراً على الإطلاق عند التلقيح الذاتي ولكنها تعطي بذوراً عند التلقيح الخلطي مع أصناف أخرى ضمن النوع .

يفتني موضوع العقم Sterility حالات عديدة من :

- (١) عدم الخصوبة الناتج من الشذوذ في النظام التكاثري الجنسي أو الشذوذ في عدم التطور الطبيعي للأعضاء الجنسية .
- (٢) تشوه المتوك والمدقات .
- (٣) تشوه حبوب اللقاح والبويضات .
- (٤) فشل حبوب اللقاح في الانبات بعد التلقيح .
- (٥) عدم استطاعة الانبوبة اللقاحية في اختراق سطح الميسم .

(٦) انخفاض في نمو الانبوبة اللقاحية داخل القلم بحيث لا تستطيع الخلية الجرمية الوصول الى البيضة لتلقيحها.

(٧) وفي بعض الحالات حتى ولو حصل الاخصاب فان الجنين لا يتطور لغرض تكوين البذرة الخصبة.

(٨) بعد تكوين البذور قد يحصل العقم في النبات الهجين من الشذوذ الكروموسومي الذي يمنع الاقتران الاعتيادي للكروموسومات وبالتالي شذوذ الانقسام الميوزي.

(٩) المسببات الوراثية (Poehlman, 1983).

من الضروري لمربي النبات ان يفهم اسباب العقم ليستطيع إنجاح التهجينات بين الانواع وضمنها عن طريق :

(آ) اقتراح طرق التغلب على حواجز الخصوبة.

(ب) اقتراح طرق تنظيم الخصوبة واستخدامها في برنامج التربية.

INCOMPATIBILITY

عدم التوافق :

وهو شكل من أشكال العقم الذي يحصل من فشل النباتات التي تنتج حبوب لقاح أو ييوضاً اعتيادية لسبب فسيولوجي يمنع الاخصاب. ويتسبب عدم التوافق اما :

(آ) من فشل الانبوبة اللقاحية في اختراق الميسم أو :

(ب) الفشل في النمو الاعتيادي بالطول الكامل للقلم لتحقيق الاخصاب.

وفي الحالة الأخيرة اذا تكونت الانبوبة اللقاحية فانها تنمو ببطء وقد لاتصل على الاطلاق الى المبيض واذا وصل فأنه يصل بشكل متأخر بحيث تكون البويضة قد تلقحت من حبة لقاح اخرى او قد اضمحلت. يحدد عدم التوافق الاخصاب الذاتي والتربية الداخلية ويساعد على التلقيح الخلطي او التربية الخارجية.

وقد ذكر (Pandey 1960) وجود هذه الحالة في ٧٨ من عوائل مغطاة البذور ومتشرة في المملكة النباتية في أكثر من ٣٠٠٠ نوع في عوائل بقولية Leguminosae والنجليات Gramineae ، الصليبية Cruciferae والمركبة Compositae والباذنجانية Solanaceae. وفي المحاصيل المزروعة وجدت في البرسيم الأحمر، البرسيم الأبيض، والجت، وحشيشة الشليم، والشليم، والبنجر السكري، وعباد الشمس، والدخن، والتبغ، والبطاطا،

والشيل bermudagrass . وفضلاً عن فإن عدم التوافق الذاتي يشكل تحديات كبيرة لعدد من أشجار الفاكهة كالتفاح والعرموط التي تحتاج الى أكثر من تركيب وراثي واحد لتحقيق انتاج للثمار فيما لو وجدت مثل هذه الحالة .

التحكم الوراثي في عدم التوافق الذاتي والخلطي

يتحكم في حالة عدم التوافق الذاتي او التوافق الذاتي نظام وراثي خاص يعمل في كل من الذكر والانثى . يستند هذا النظام على التداخلات بين التركيب الوراثي لحبة اللقاح (1 n) والتركيب الوراثي للقلم (2 n) . هناك حالات لأليات متعددة تتحكم في النظام ويرمز لها بـ (S) . ويعرف ان موقعاً جينياً واحداً يتحكم في آلية عدم التوازن ولكن هناك موقعين لبعض الأنواع . سنفترض موقعاً واحداً وبعده أليلات S_1 و S_2 و S_3 ... الخ التي نشأت من خلال الطفرات . ويتغير عدد الأليلات على حسب النوع .

أشكال عدم التوافق الذاتي والخلطي

Gametophytic System

آ- النظام الكاميبي :

يوجد هذا النوع من عدم التوافق في انواع من البرسيم والحشائش والبنجر السكري ، والبطاطا والتبغ . وفي هذا النظام يسيطر على معدل نمو الأنبوبة اللقاحية سلسلة من الأليلات المتعددة يرمز لها $(S_1, S_2, S_3 \dots \text{الخ})$. حبة القاح تحتوي على مجموعة كروموسومية واحدة (1 n) haploid بينما يحتوي القلم على نسج يضم مجموعتين من الكروموسومات (2 n) diploid ، وعلى هذا الأساس تحتوي حبة اللقاح على أليل واحد لعدم التوافق بينما يحتوي نسج القلم على أليلين لعدم التوافق ، يحصل عدم التوافق الكاميبي عندما تحتوي حبة اللقاح على أليل مشترك . فعلى سبيل المثال التهجين : $(S_1 S_2 \text{ ♂} \times S_1 S_2 \text{ ♀})$ يكون غير متوافق لوجود الأليل (S_1) في كل من حبة اللقاح والقلم كذلك بالنسبة للأليل (S_2) . اما التهجين : $(S_1 S_3 \text{ ♂} \times S_1 S_2 \text{ ♀})$ يكون متوافقاً ويعطي النسل $(S_2 S_3)$ و $(S_1 S_3)$ حيث يكون الأليل (S_3) في حبة اللقاح فعالاً بينما (S_1) يكون غير فعال أي ٥٠٪ من الكاميتات فعالة في هذه الحالة لاحتوائها على الأليل (S_3) . كذلك يعمل التهجين المتقابل أي أن التهجين $(S_1 S_3 \text{ ♂} \times S_1 S_2 \text{ ♀})$ سيعطي النسل $(S_1 S_2)$ و $(S_2 S_3)$ ويكون الأليل (S_1) غير فعالة في هذه الحالة . ومن الناحية النظرية لا يمكن الحصول على أصالة للأليل (S) من خلال التهجين أي لا يمكن الحصول على $(S_1 S_1)$.

في حالة التوافق الذاتي - الكاذب Pseudo-self-compatibility يكون تأثير أليلات عدم التوافق ليس كبيراً الى درجة يمنع من الاخصاب الذاتي الكامل . ففي أغلب الأنواع يحصل أحياناً تكوين البذور من حبة لقاح تحمل أليلاً يشابه الأليل الموجود في نسيج القلم . ان نسبة مثل هذا التأثير الكاذب قد يجوز بالعوامل البيئية مثل درجات الحرارة او الطفرات وأحياناً بالجينات المحورة . وفضلاً عن وجود أليلات الخصب الذاتي alleles self-fertility (S_r) يمنع تأثير أليلات عدم التوافق . ان أليل (S_r) جزء من سلسلة أليلات (S) ويمكن ان ينشأ عن طريق الطفرة من الأليل (S) . كذلك في بعض الأنواع الثنائية المجموعة الكروموسومية diploid وغير المتوافقة تصبح متوافقة عند تحويلها الى متضاعفات polyploidy وفي بعض أنواع المتضاعفات مثل البرسيم الأبيض التي تمتلك أليلات عدم التوافق .

يفسر تأثير أليل عدم التوافق الذي يمنع دخول الأنبوبة اللقاحية والتي تحمل نفس الأليل بفرضية العامل المضاد Oppositional factor hypothesis للعلماء East و Mangelsdorf والتي استخدموها في توضيح العقم الذاتي في التبغ ، ان وراثه عدم التوافق الكاميتي في نظام الموقع الجيني الواحد موصوفة بالتفصيل في التبغ ، وأنواع البرسيم الأحمر والأبيض والسايبك Alsike clover ان عدد أليلات عدم التوافق ضمن الأنواع كبير وذلك يحصل التلقيح الخلطي بشكل حر . في البرسيم الأحمر هناك ٤١ أليلاً وفي البرسيم الأبيض هناك ٦٤ أليلاً على الأقل في موقع (S) .

في الحشائش تختلف وراثه عدم التوافق عن نظام الموقع الجيني الواحد الذي سبق مناقشته . في الحشائش هناك موقعان وأليلات متعددة . يرمز للموقعين بـ (S) و (Z) . فإذا كانت الأليلات في كل من الموقعين (S) و (Z) في حبة اللقاح متماثلة مع (S) و (Z) في نسيج القلم يكون التزاوج غير متوافق . أما اذا لم تكن الأليلات في الموقعين متماثلة في كل من حبة اللقاح والقلم فان التزاوج يكون متوافقاً يعطي نظام الأليلين حوالي ٥ - ١٠ ٪ تزاوجات متوافقة أكثر من نظام الموقع الواحد . وصف هذا النظام في الشيلم وبعض الحشائش المراعي ولكن يعتقد بانه موجود في عائلة الحشائش بشكل عام . وصف نظام الأربعة مواقع يعمل على نفس الأساس مثل S و Z في البنجر السكري (Poehlman, 1983) .

ب. النظام السبورتي : Sporophytic system

وهو نظام لعدم التوافق بموقع جيني واحد وعدد كبير من الأليات للموقع (S) . يحتوي هذا النظام على نظام للسيادة Dominance حيث يكون الأليل (S_r) سائداً على جميع

الأليلات ويكون (S_2) سائداً على بقية الأليلات ماعدا (S_1) وهذا يختلف عن النظام الكاميبي. تتحدد السيادة بالنبات المنتج لحبوب اللقاح ، حيث أن جميع حبوب اللقاح وبغض النظر عن التركيب الوراثي تحتفظ باستجابة مظهرية على وفق الأليل السائد في نسيج الذكر الثاني. ففي الذكر ذي التركيب الوراثي S_1S_2 يعطي حبوب لقاح (S_1) و (S_2) حتى وإن كان التركيب الوراثي لحبة اللقاح (S_1). ولا يعبر عن أي سادة من جهة الانثى وتعمل الانثى بنفس النظام الكاميبي. في التهجين ($S_1S_2 \times S_1S_3$) يكون غير متوافق بسبب أن الأليل (S_1) في الذكر سائد ويعطي حبوب لقاح بمظهر (S_1) ، وحيث أن (S_1) لا يتوافق مع (S_1S_2) في نسيج القلم لذلك لا يحصل إخصاب. التهجين المتقابل غير متوافق أيضاً.

يسمح النظام السبوري لبعض الأصالة لأليلات (S) فعلى سبيل المثال التهجين $S_2S_3 \times S_1S_2$ يعطي نسلا بالتركيب (S_1S_2), (S_1S_3), (S_2S_2) و (S_2S_3). يعتقد أن الاختلاف بين النظام السبوري والكاميبي يستند إلى توقيت استجابة حبوب اللقاح لمادة كيميائية معينة لظهور عدم التوافق الذاتي. ولربما نحصل بصورة متأخرة جداً خلال تطوّر حبة اللقاح في النظام الكاميبي وبصورة مبكرة جداً في النظام السبوري.

يوجد النظام السبوري في عباد الشمس ، واللهاة ، والكاكاو وغير ذلك من أنواع ذوات الفلقتين ولكن لا يوجد في ذوات الفلقة الواحدة. وفي العديد من أنواع جنس *Brassica* (اللهاة ، براعم بروكسل والكلم) توجد طرق عدة للتغلب على حالة عدم التوافق على سطح الميسم منها مايلي :

١ . التلقيح البرعمي bud pollination

٢ . تمزيق سطح الميسم

٣ . التطعيم

٤ . الرجة الكهربائية

٥ . زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون

وغيرها من الطرق

من المناقشة السابقة يتضح أن عدم التوافق يحفز على الإخصاب الخلطي في أنواع عدة وكغيرها من الأليات فإنها ليست عملية خالية من الخطأ. فقد حصل على نجاح كبير في الحصول على طفرات في الجين (S) كما ذكرنا سابقاً والتي تعطي الخصوبة الذاتية في الأنواع العديدة التوافق الذاتي.

استخدام عدم التوافق الذاتي في تربية النبات :

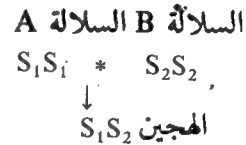
هناك عدد من الأنظمة لاستخدام عدم التوافق الذاتي في انتاج البذور الهجينة . يوفر نظام عدم التوافق وسائل للسيطرة على التلقيح في بعض الأنواع التي لايتوفر فيها نظام آخر كالعقم الذكري والأنظمة هي كما يأتي :

آ- التلقيح الخلطي في المكونات غير المتوافقة ذاتيا :

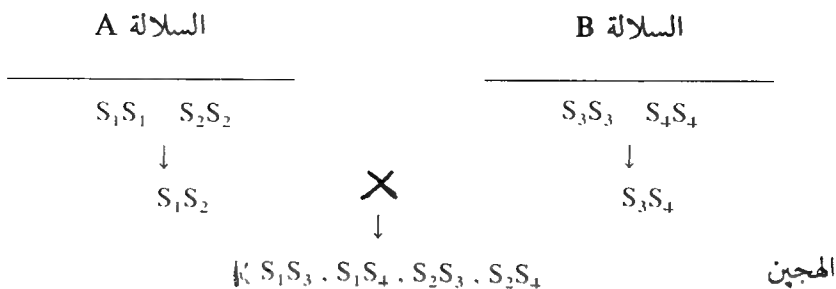
هذا النظام من أبسط الطرق التي استخدمت في انتاج هجين في نبات bahiagrass . حيث تم الحصول على اثنين من الكلونات ذات عدم التوافق الذاتي ولكنها تتلقح فيما بينها وزراعتها في الحقل بشكل أشرطة متجاورة . وتنتج البذور من التلقيح الخلطي بين الكلونات . يمكن استخدام هذا النظام في الأنواع التي لها عدم توافق كاميتي .

ب- التهجينات المفردة والزوجية والثلاثية :

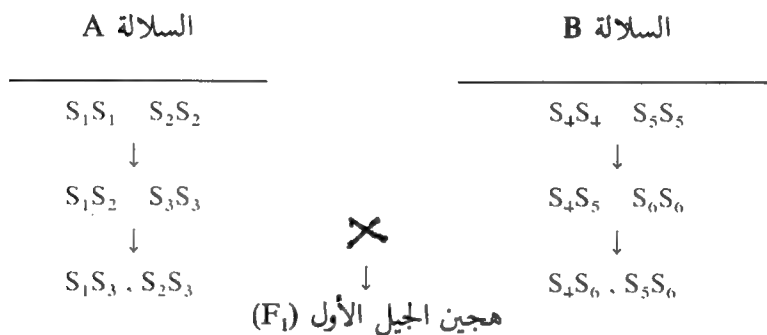
تم تطوير هذا النظام في نباتات جنس Brassica (اللهاة ، والكلم) التي لها نظام عدم التوافق السبوري . ان المظهر السائد في النظام يجعل بالامكان الحصول على تراكيب وراثية اصلية (S) (أي S_1S_1, S_2S_2 . الخ) تنتج بذوراً للمحافظة على التراكيب الوراثية الأصلية عن طريق التلقيح البرعمي . نظام الهجين الفردي يحتاج الى اثنين من الأصول الوراثية النقية يكونان غير متوافقين ذاتيا ومتوافقين خلطيا بالنسبة للأليل (S) وكما يلي :



عادة يحتاج نظام الهجين المفرد كمية كبيرة من بذور النباتات الأصلية التي يجب انتاجها عن طريق التلقيح البرعمي لغرض الانتاج التجاري . وللتغلب على هذه الصعوبة فان بالامكان استعمال نظام الهجين المزدوج double – cross system الذي يتضمن جيلاً واحداً من بذور الهجين المفرد لاكثر البذور . كذلك فان نظام الهجين المزدوج يزيد من نسبة البذور الهجينة من الكمية المتوفرة للبذور الأصلية . يحتاج نظام الهجين المزدوج الى اثنين من السلالات المتشابهة جينياً Isogenic lines ومتوافقة ذاتيا وخلطيا لكل سلالة أصلية وكل منها أصيل لأليل مختلف لعدم التوافق وكما يلي :



ولزيادة اكبر في انتاج البذور نسبة للبذور الأصلية افترض نظام الهجين الثلاثي Triple – cross system . يحتاج هذا النظام الى ثلاثة أليات أبلة من كل سلالة أصلية ويسمح الى جيل اضافي لزيادة البذور. والطريقة المتبعة هي :



ج - أليات الخصب الذاتي S_i والتوافق الذاتي الكاذب :

استخدم نظام عدم التوافق الكاميتي في تربية البنجر السكري وأقترح استعماله في انتاج البذور الهجينة للبرسيم الأحمر. في البنجر السكري يحصل على البذور الهجينة من اصول ذات عدم توافق عند زراعتها في أراضي مرتفعة أو ادخال أليل الخصب الذاتي (S_i) في أصل نقي لغرض المحافظة عليه. بعد ذلك تستخدم الأصول في انتاج الهجن المفردة والمزدوجة في البرسيم الأحمر اقترح استعمال اصول ذات صفة توافق ذاتي كاذب والمزدوجة في البرسيم الأحمر اقترح استعمال اصول ذات صفة توافق ذاتي كاذب. Pseudo – self – compatible. وهو يماثل النظام اعلاه ماعدا استخدام التوافق الذاتي الكاذب لانتاج السلالات الأصلية.

يمكن الحصول على صفة التوافق الذاتي الكاذب عن طريق الطفرات او التعريض لدرجات الحرارة العالية وغيرها من الطرق.

استخدمت انظمة انتاج الهجن التي سبق مناقشتها لغرض ادارة التلقيحات لانتاج البذور الهيجنة . على العموم فان في جميعها درجة من الصعوبة ويمكن الاستغناء عنها في أي محصول اذا ما وجدت فيها شكل من أشكال العقم الذكري السايٲوبلازمي (Poehlman, 1983).

العقم الذكري : male sterility

نعني بالعقم الذكري عندما يفشل النبات في انتاج متوك او حبوب لقاح فعالة . ففي النبات العقيم ذكريا لا تنتج الأزهار متوكاً او حبوب لقاح فعالة ولكن المبايض تعمل بصورة اعتيادية . ورغم انه لا يمكن القيام بالتلقيح الذاتي للنبات الا ان بالامكان اجراء التلقيح الخلطي . هذه الناحية تجعل من العقم الذكري مفيدا لمربي النبات . فاذا كانت النباتات الذاتية التلقيح عقيمة ذكريا فإن بالامكان القيام بالتلقيح الخلطي دون اللجوء الى الجهد الكبير في عملية اخصاء النباتات .

للعقم الذكري شكلان :

- (١) العقم الذكري الوراثي genetic male sterility
- (٢) العقم الذكري السايٲوبلازمي Cytoplasmic male sterility وفيما يلي توضيح لهذين النمطين من أشكال العقم .

آ- العقم الذكري الوراثي :

تؤثر في هذا العقم جينات نووية تمنع التطور الطبيعي للمتوك وحبوب اللقاح . يقاس مدى تأثير جين العقم الذكري الوراثي بالآتي :

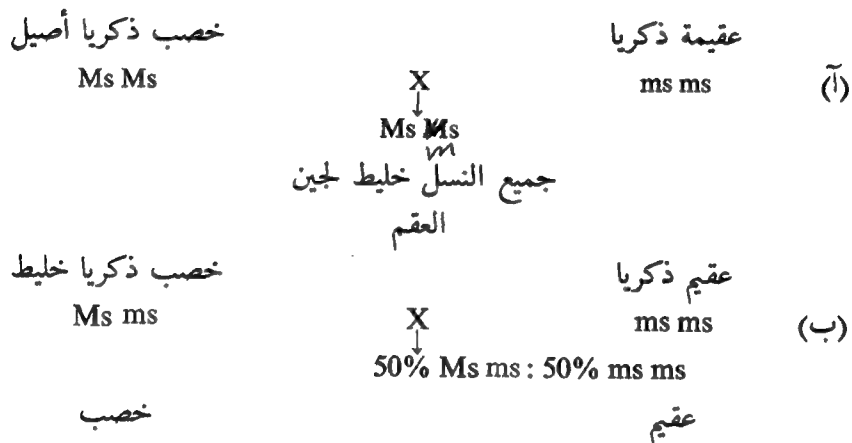
١ . النسبة المئوية لحبوب اللقاح الحية

٢ . النسبة المئوية لعقد البذور

وقد يكون التعبير عن جين العقم كاملا او جزئيا وفي الحالة الأخيرة قد نحصل على نسبة معينة من البذور . ان التعبير عن جين العقم قد يتأثر بالظروف البيئية ولكن مالم يكن جين العقم مستقرا بشكل جيد فإن فائدته لبرامج التربية تكون محدودة .

يسيطر على العقم الذكري الوراثي زوج من الأليلات المتنحية (ms ms) والأليلات السائدة (Ms Ms) أو (Ms Ms) تنتج متوكاً وحبوب لقاح اعتيادية . وهناك عدد من المشاكل في المحافظة على جينات العقم الذكري في المجتمع فن المعروف أنه لا يمكن

الحصول على مجتمع أصيل لنباتات عقيمة ذكرا ، ولكن يمكن حمل جينات العقم الذكري وبتكرار عالي في المحاصيل الذاتية التلقيح اذا ما حصدت البذور من النباتات العقيمة ذكرا فقط واستعملت في زراعة نباتات الجيل التالي . فالبذور المحصودة من النباتات العقيمة ذكرا (ms ms) يمكن ان تكون قد تلقحت بحبوب لقاح من نباتات خصبة أصيلة (Ms Ms) أو خليطة (Ms ~~ms~~ _m) وبالشكل الآتي :



أي في الحالة الثانية هناك انغزال لجين العقم ونسبة ٥٠٪ عقم : ٥٠٪ خصب بعد خمسة أجيال من التلقيح الذاتي وكما يلي :

ms ms	X ↓ Ms ms	Ms Ms	الآباء الجيل الأول
		25% Ms Ms	
25% ms ms	X ↓	50% Ms ms	الجيل الثاني
33% ms ms	X ↓	66 Ms ms	الجيل الثالث
50% ms ms	X ↓	50% Ms ms	الجيل الرابع
50% ms ms	↓	50% Ms ms	الجيل الخامس

تم التعرف على جينات العقم الذكري في الشعير، والقطن، والذرة الصفراء، والكتان، والدخن، والرز، والذرة البيضاء، وفول الصويا، والتبغ، والحنطة وغيرها من المحاصيل. وقد وجد في الشعير حوالي ٢٥ الى ٣٠ جينة العقم الذكري غير الأليلية وجميعها

نشأت عن طريق الطفرات الذاتية . ماعدا واحدة نشأت عن طريق المطفرات . ويختلف تركيب المتوك العقيمة باختلاف العقم الذكري فبعضها يكون أثريا بينما البعض الآخر اعتيادي في الحجم . ويرمز لجينات العقم في الشعير بأرقام مثل (ms 1) أو (ms 2) الخ .

طرق الاستفادة من جينات العقم الذكري في تربية النبات :
تعد جينات العقم الذكري اداة مفيدة لمربي النبات ويمكن الاستفادة منها بالأشكال التالية :

آ- التخلص من عملية الاختصاص في عملية التهجين :

يعد التخلص من طرق الاختصاص من أهم الفوائد الرئيسة للعقم الذكري . فمن المعروف أن عملية الاختصاص في المحاصيل الذاتية عملية مجهددة وتستغرق وقتا طويلا . فاذا كان بالامكان استعمال الصنف العقم ذكريا كأم فان عملية الاختصاص تكون غير ضرورية . يمكن نقل جينات العقم الذكري الى الصنف بطرق التهجين الرجعي . ويعد استخدام طريقة التهجين الرجعي لنقل الجين الى الصنف عملية اذا ما استعمل الصنف في عدد كبير من التهجينات عبر عدة سنوات وهذا يبرر استعمال هذه الطريقة . وقد تم في الشعير تحويل أكثر من ١٠٠ صنف ربيعي وأكثر من صنف شتوي الى أصناف عقيمة ذكريا . ويمكن المحافظة على السلالة العقيمة ذكريا عن طريق التلقيح بسلالة مشابهة وراثيا ولكن لها جين سائد العقم الذكري (أي خصبة خليطة) .

ب. زيادة التلقيح الخلطي الطبيعي في المحاصيل الذاتية التلقيح :

ان استخدام جينات العقم الذكري يوفر ميكانيكية لزيادة نسبة التلقيح الخلطي في المحاصيل الذاتية التلقيح وذلك لان الاختصاص اليدوي يحدد المربي الذي يعتمد على قدراته والتحويل المتوفر له خلال الموسم . باستعمال العقم الذكري تزداد احتمالية الحصول على توافقات جينية خصوصا التهجينات العشوائية في الأجيال الانعزالية . وقد استخدمت هذه الطريقة في الشعير من خلال :

- (١) التهجين بين اعداد كبيرة من الاصناف باستخدام صفة العقم الذكري . أو
- (٢) استخدام صفة العقم الذكري المساعدة في الانتخاب التكراري . بعد الحصول على التهجينات المطلوبة يتم انتخاب النباتات العقيمة ذكريا والمربوب فيها من المجتمعات

الانغزالية ثم تهجين مع نباتات خصية ومنتخبة. بعد ذلك تعرض المجتمعات الانغزالية الى اشكال الشد البيئي مثل الجفاف ، والأمراض التي ستعرف التراكيب الوراثية المتفوقة وانتخابها .

ج - المساعدة في الانتاج التجاري لبذور الهجين :

من المعروف أنه يتم زراعة الأصناف الهجينة لمحاصيل الذرة الصفراء ، والذرة البيضاء ، والحنطة ، والبنجر السكري ، والدخن وغيرها من المحاصيل . تتطلب عملية انتاج الهجين ميكانيكية معينة للسيطرة على التلقيح . وقد وفر العقم الذكري الساييتوبلازمي والذي سيناقدش في الفقرة التالية مثل هذه الألية . كما تم الحصول على طرق لاستخدام العقم الذكري الوراثي في العديد من المحاصيل التي لايتوفر فيها العقم الذكري الساييتوبلازمي . تكمن الصعوبة في استخدام العقم الذكري الوراثي هو في عدم امكانية الحصول على مجتمعات أصيلة عقيمة ذكريا بطرق التهجين الاعتيادية .

العقم الذكري الساييتوبلازمي : Cytoplasmic Male sterility

يسيطر الساييتوبلازم على العقم الذكري الساييتوبلازمي ولكنه قد يتأثر بجينات على الكروموسومات . ويجب ان نتذكر أن الفائدة الاقتصادية لبعض الأنواع لاتعتمد على انتاج البذور ، فمثلا في البصل بالبصلة وليس البذور وفي البنجر السكري يرغب بالجدور ونسبة السكر فيها وفي البتونيا الأزهار . أما في الحبوب فيرغب في الحب . يستخدم نظام العقم الذكري الساييتوبلازمي على نطاق واسع في نظام انتاج الهجن . ومثلها مثل العقم الذكري الوراثي حيث تنتج أزهار ليس لها متوك أوحبوب لقاح فعالة . وكما هو معروف تتكون الخلية من مكونين أساسيين هما النواة والساييتوبلازم وان بعض ميكانيكية التوريث لبعض الصفات تقع في الساييتوبلازم . عند الاخصاب تقدم الانثى الكاميت الانثوي وجميع الساييتوبلازم من خلال البيضة . اما الذكر فيقدم نواة احادية المجموعة الكروموسومية haploid من دون ساييتوبلازم في الغالب . ومن هذا ينتقل ساييتوبلازم الانثى من جيل لآخر . فاذا أجرينا التهجين التالي :

$$\text{♀ A} \times \text{♂ B}$$

↓

50% A: 50% B

مكونات النواة في الجيل الأول :

100% A: 0% B

مكونات السايٲوبلازم في الجيل الاول :

وفي التهجين المتقابل Reciprocal cross

$$\text{♂ A} \times \text{♀ B}$$

50% A: 50% B

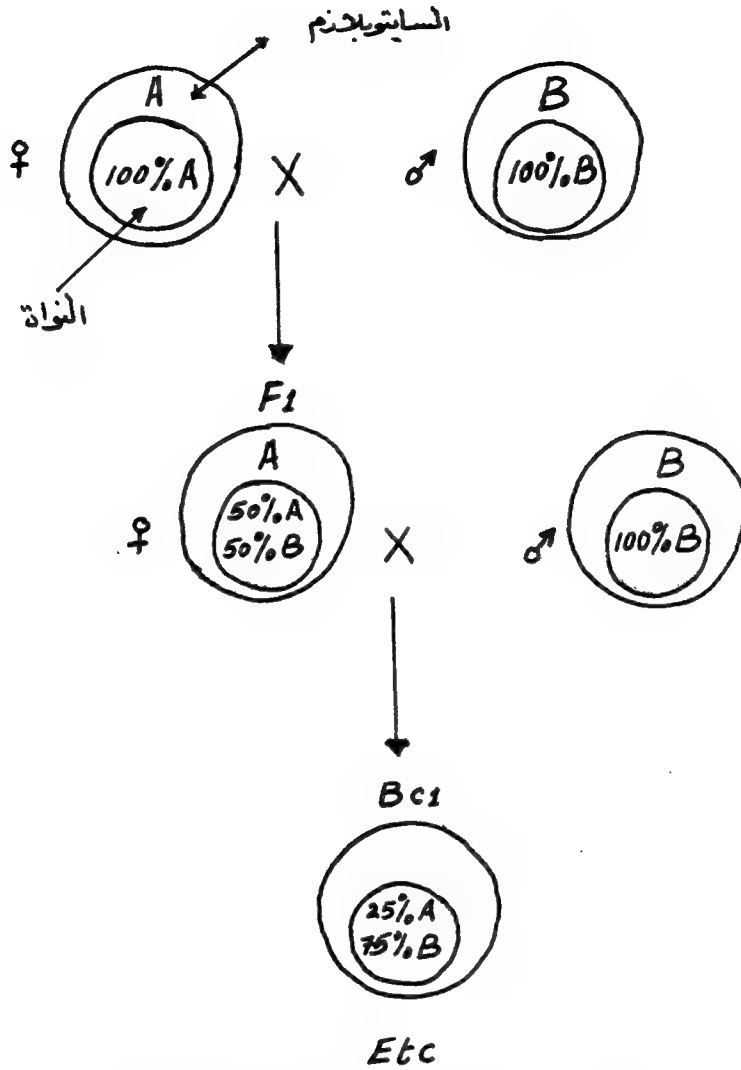
مكونات النواة في الجيل الأول :

0% A: 100% B

مكونات السايٲوبلازم في الجيل الأول :

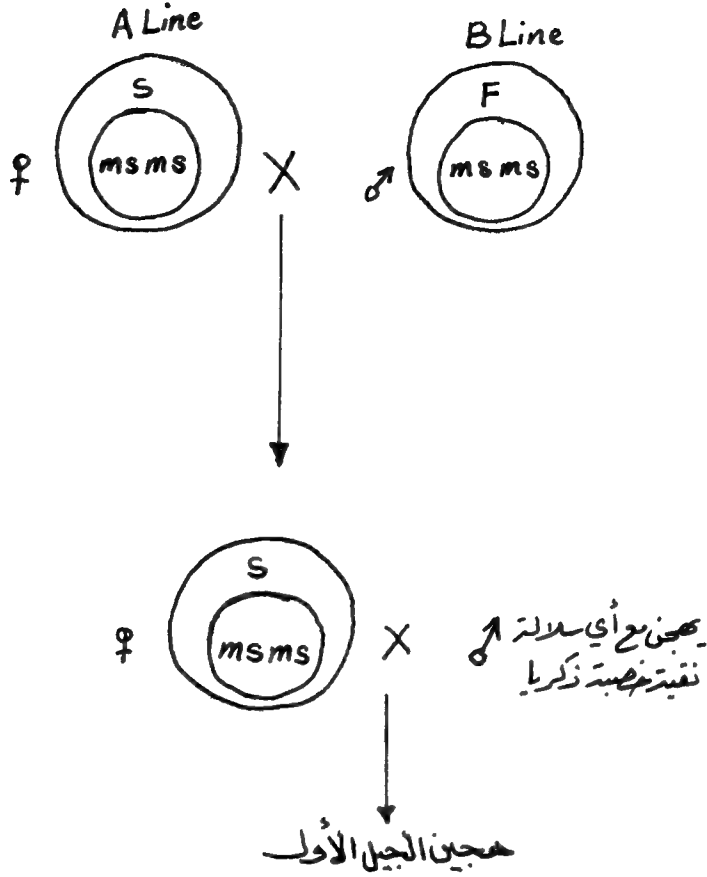
لذلك تنتقل المعلومات الموجودة في السايٲوبلازم التي تؤثر في المظهر الخارجي عن طريق الانثى. ويمكن نقل السايٲوبلازم معين من جيل الى آخر باستعمال نفس الانثى الحاملة جيل بعد آخر.

يمكن استعمال نظام التهجين الرجعي لوضع أنوية أو احلال أنوية في سايٲوبلازم معين (شكل ٤ - ١). يقال للسايٲوبلازم الذي يسبب العقم الذكري للكائن بالسايٲوبلازم العقيم (S) أو (C ms). وتم أثبات التداخل بين الجينات والسايٲوبلازم في أواخر عام ١٩٣٠ في البصل. حيث أن وجود أليل متنح (ms) في سايٲوبلازم عقيم يسبب انتاج زهرة عقيمة ذكريا ولكن في سايٲوبلازم آخر تكون خصبة. يحتوي هذا النظام على القدرة الكامنة لانتاج البذور الهجينة دون تلقيح يدوي. الشكل (٤ - ٢) يوضح طريقة انتاج البذور الهجينة واكثار السلالة العقيمة ذكريا. تكثر السلالة العقيمة ذكريا male sterile line والتي تدعى بالسلالة (A) بالتلقيح مع تركيب وراثي مماثل في سايٲوبلازم خصب تدعى بالسلالة (B). ويتم الحصول على هجين الجيل الاول (F₁) من تلقيح السلالة العقيمة ذكريا مع سلالة نقية ذات سايٲوبلازم خصب وذات تألف جيدة مع السلالة العقيمة.



شكل ١-٤ برنامج التهجين الرجعي لاحتلال أنوية مختلفة في السايٲوبلازم

في الذرة البيضاء تم الحصول على العقم الذكري السايٲوبلازمي عن طريق نقل كروموسومات الصنف كافر Kafir الى سايٲوبلازم الصنف ميلو milo. ولا يظهر العقم الذكري عند وضع كروموسومات ميلو في سايٲوبلازم كافر. ويمكن ادخال كروموسومات كافر في سايٲوبلازم ميلو بتلقيح نبات ميلو بحبوب لقاح من كافر، وبالتعاقب يتم تهجين



شكل ٤ - ٢ اختيار السلالة ذات العقم الذكري السايٲوبلازمي وأستعمالها في الهجين (S) سايٲوبلازم عقيم (F) سايٲوبلازم خصب.

النسل كآٲئى الى كافركذكر (كما تطرقنا اليه في الشكل ٤ - ١). حتى يمكن نقل مجموعة كاملة من كروموسومات كافر. الطريقة نفسها اتبعت في الحنطة وغيرها من المحاصيل. وتم استخدام العقم السايٲوبلازمي المتداخل مع اثنين من الأليلات المتنحية لانتاج البنجر السكري الهجين.

ولا يعرف السبب الفسيولوجي للعقم الذكري بصورة مؤكدة. ولكن شذوذ تكوين حبوب اللقاح وعملية تطورها أدت الى تكوين كاميتات ذكرية غير فعالة. وقد لوحظ في العديد من الانواع تمزق للنظام الوعائى للمتك أو غياب تكوين النشا في حبة اللقاح او صعوبات في الانقسامات النووية في حبة اللقاح.

في الثلاثينات تمت البرهنة على امكانية استخدام العقم الذكري السايٲوبلازمي في الذرة الصفراء. وحيث ان انتاجية الذرة الصفراء كمحصول تعتمد بصورة أكيدة على انتاج البذور، لذا يجب الحصول على ميكانيكية معينة للتغلب على العقم في الجيل الاول وانتاج نباتات خصبة ذكريا في الجيل الاول وبدون ذلك فان المهجين العقيم ذكريا لايعطي بذورا ماعدا حبوب اللقاح الخصبة الآتية من حقول مجاورة (الشكل ٤-٣) يوضح نورة ذكورية عقيمة والاخرى خصبة ذكريا في الذرة الصفراء.



شكل ٤-٣. العقم السايٲوبلازمي الذكري في الذرة الصفراء (أ) نورة ذكورية خصبة لنبات الذرة. (ب) نورة ذكورية عقيمة.

يمكن تحوير فعالية العقم الذكري السايٲوبلازمي عن طريق الجينات المسترجعة للخصوبة fertility restoring genes والتي تقع في الكروموسومات. ان وجود البيل الخصوبة السائد يعطل عمل السايٲوبلازم العقيم وينتج المتك حبوب لقاح خصية. أما وجود الأليلات المتنحية فان صفة العقم الذكري تظهر. من الناحية العملية يستعمل النبات العقيم ذكربا كأم والنبات الذي يحمل الجينات المسترجعة للخصوبة كأب. يرمز للأليلات المسترجعة للخصوبة بالرموز (Rf) في الذرة الصفراء والحنطة و Ms في البصل والذرة البيضاء.

في الذرة الصفراء وجد مصدران لسايٲوبلازم العقيم هما تكساس (T) ووزارة الزراعة الامريكية USDA (S) ولها خواص عقيم جيدة. ويمكن التغلب على خاصية العقم في هذين المصدرين لانتاج نباتات خصبة ذكربا عن طريق ثلاثة جينات سائدة في النواة هي : Rf_1 ، Rf_2 و Rf_3 وهذه الجينات تنزل انزالاً مستقلاً للنبات العقيم ذكربا سايٲوبلازم وأليلات متنحية في الموقع الجيني rf. أليلات Rf_1 و Rf_2 متكاملة لأحدها الآخر ويجب ان يوجد كلاهما معاً لانتاج الخصب الذكري الكامل في سايٲوبلازم (T) ، وان وجود احدهما دون الآخر يقود الى خصوبة جزئية. الجين Rf_3 جين سائد يستعيد الخصوبة في سايٲوبلازم (S) نباتات عقيمة أو خصبة.

تتداخل الجينات النووية مع السايٲوبلازم لانتاج نباتات عقيمة او خصبة ذكربا. النباتات ذات السايٲوبلازم العقيم وجينات مسترجعة للخصوبة متنحية ($S, rfrf$) تكون عقيمة ذكربا. النباتات ذات السايٲوبلازم العقيم مع جينات مسترجعة سائدة (S, Rf أو Rf أو $S, Rf rfrf$) او سايٲوبلازم اعتيادي وله جينات مسترجعة سائدة او متنحية (أي $N, Rf Rf$ أو $N, Rf rfrf$ أو $N, rfrf$) تكون خصبة ذكربا. وبافتراض عمل جين واحد مسترجع للخصوبة فان النباتات العقيمة ذكربا ثلاثة أشكال من النسل وفقاً للتركيب الوراثي للنبات الملقح وكالآتي :

(1) $S, rfrf * N \text{ or } S, Rf Rf \rightarrow S, Rf rfrf$ جميعها خصبة ذكربا	
(2) $S, rfrf * N \text{ or } S, Rf rfrf \rightarrow$	50 % $S, Rfrf$ خصب ذكربا
	50 % $S, rfrf$ عقيم ذكربا
(3) $S, rfrf * N, rfrf \rightarrow S, rfrf$ جميعها عقيمة ذكربا	

في الخنطة يتم الحصول على العقم الذكري السايٲوبلازم بادخال جينات الخنطة الاعتيادية *Triticum aestivum* في سايٲوبلازم *T. timopheevii* وهناك مصادر عدة للعقم الذكري السايٲوبلازمي واستعادة الخصب في الخنطة. لآختلف أنواع الخنطة سايٲوبلازم مختلف في الذرة الصفراء لا تتقل جينات *Rf* من خلال حبة اللقاح. عندما يتم تلقيح ذرة عقيمة ذكرباً. بحبوب لقاح من نباتات *Rf rf* ستعمل حبوب اللقاح ذات التركيب *Rf* فقط وسيكون النسل ١٠٠٪ خصب بدلاً من ٥٠٪ خصب ذكرباً و ٥٠٪ عقم ذكرباً كما ذكر سابقاً.

المحافظة على أنظمة العقم واستعادة الخصب :

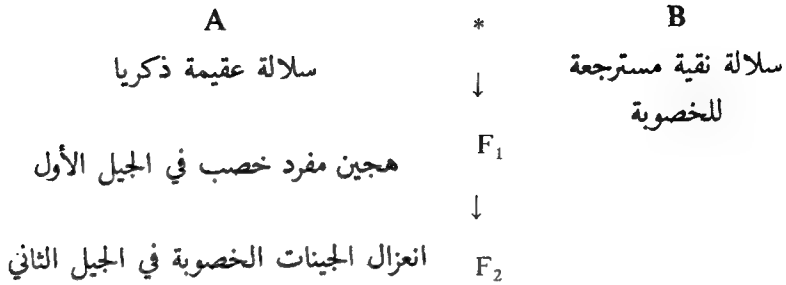
ان المحافظة على هذه الأنظمة جزء مستقل من برنامج التربية. ففي البصل يحافظ على سلالة السايٲوبلازم العقم (*A line*) وذلك بتلقيحه مع السلالة (*B*) (*B - line*) والذي يماآله في التركيب الوراثي ولكن ذو سايٲوبلازم خصب ولا توجد جينات مسترجعة للخصوبة. وتستعمل السلالة (*A*) في انتاج الهجين دون ازالة للنورة الذكربية تستعمل السلالة الثالثة المسترجعة للخصوبة *R-line* كذكر تلقيح السلالة (*A*) لغرض انتاج الهجين.

لا تؤثر أنظمة العقم والجينات المسترجعة للخصوبة على أساسيات برنامج التربية. وتضاف الصفة عادة الى السلالات النقية بعد ايجاد قدرتها على التألف. تنقل كل من جينات العقم الذكري وجينات استعادة الخصوبة من سلالة الى اخرى عن طريق التهجين الرجعي وكما ذكر سابقاً. ينقل العقم عن طريق تهجينات باستعمال مصدر سايٲوبلازمي كام ويمكن نقل الجينات المسترجعة للخصوبة عن طريق التهجين الرجعي بالطريقة الاعتيادية ، ولكن يجب اجراء تهجين اختباري الى سلالة عقيمة ذكرباً للتأكد من وجود الجينات المسترجعة للخصوبة.

بعد تحويل مكونات بذور الهجين الى نباتات عقيمة ذكرباً ونباتات مسترجعة للخصوبة يمكن استعمالها بطرق عدة وكما يأتي :

١ . الهجين المفرد : *Single cross*

تلقيح السلالة الأصلية مع سلالة نقية تحتوي الجينات المسترجعة للخصوبة وبذلك يكون الهجين الناتج خصب ذكرباً بصورة كاملة بسبب وجود الأليل السائد في كل موقع جيني. أي :



يلاحظ في الجيل الثاني F_2 ان هناك مدى من العقم الكامل الى الخصب الكامل نتيجة لانعزال الجينات المسترجعة للخصوبة.

٢. الهجين المزدوج : Double cross

يمكن ادخال صفة العقم لطرق عدة ، هناك حاجة معينة لازالة النورات الذكورية detasseling حيث ان من الصعوبة ان تكون كل هجينة مفردة حاملة لجينات العقم الذكري في نفس الوقت الذي يكون الهجين المزدوج حاملاً لجينات استعادة الخصوبة بشكل خليط في جميع المواقع الجينية . الاسلوب الشائع هو انتاج هجن عقيمة ذكرا ثم خلطها مع كمية صغيرة مع ذكر منتج لحبوب اللقاح ومشابه في التركيب الوراثي وهذا مناسب لحقل المزارع .

وبغض النظر عن تغاير العمليات فان العقم الذكري خفض من تكاليف انتاج البذور وذلك بالتغلب على احتياجات العمل الكبيرة لعملية ازالة النورات الذكورية . وبسبب صفة احادية المسكن للتزهير في الذرة الصفراء فإنه يمكن اجراء عملية الاختصاص يدويا ولكنها لاتزال تنتج كمية كبيرة من الحاصل على الحاصل على أساس اقتصادي . في بعض المحاصيل الذاتية التلقيح يكون استعمال العقم الذكري اجباريا اذا أريد الحصول على قوة الهجين وذلك لاستحالة الحصول على الجيل الأول (F_1) اقتصاديا . والذرة البيضاء مثال جيد حيث أدى اكتشاف العقم الذكري ونظام استرجاع الخصوبة في الذرة البيضاء الى تطوير صناعة هجن الذرة البيضاء .

في الخنطة تزرع السلالة النقية العقيمة بشكل أشرطة بين الخطوط الملقحة . تحصد بذور الهجين F_1 من على السلالة العقيمة ذكرا بصورة منفصلة عن الملقح (شكل ٠ -

٤) يمكن استعمال هذا النظام في برنامج المحافظة على السلالات (A) و (B) المتداخلة. وجد العقم الذكري السايكوبلازمي في عدد من الأنواع الأخرى مثل الباقلاء والقطن والرز والكتان والتبغ والبيتونيا والطماطة والجزر وغيرها.



شكل ٤-٤. إنتاج بذور الحنطة الهجين. تقوم الحاصدات بمصَاد أشرطة الحنطة العقيمة ذكراً والتي أنتجت بذور الجيل الأول عن طريق التلقيح مع سطور الذكر الخصب (عن Welsh, 1981 ص 230).

مشاكل العقم السايئوبلازمي واستعادة الخصوبة :

ميكانيكية العقم واستعادة الخصوبة الحساسة للظروف البيئية بحيث تعكس العقم واستعادة الخصب في حالات معينة . وكمثال قد تكون السلالة العقيمة ذكوريا عقيمة بشكل تام في احدى الحالات ولكن لها خصبا ذاتيا في بيئة ثانية ، وبالمثل يكون استرجاع الخصوبة تاما في بيئة معينة وجزئيا في بيئة ثانية . يظهر ان للظروف البيئية من الحرارة والفترة الضوئية والرطوبة القدرة على التداخل مع ميكانيكية العقم واسترجاع الخصوبة التي تؤدي مستويات مختلفة من النفاذية Penetrance والتعبيرية expressivity . يؤدي فشل النظام الى نتائج خطيرة في حقول المزارع . فمثلا ان تنمية مكونات الجيل الاول في بيئة تشجع في حصول فشل صغير في العقم وانه قد انتج نسبة واطنة من البذور عن طريق التلقيح الذاتي وليس عن طريق التلقيح الخلطي مع مسترجع للخصوبة .

References

- Craig, W.F. 1977. Production of hybrid seed corn. pp 671- 719. In G.F. Sprague (ed.). Corn and corn improvement. Am. Soc. Agron. Madison. Wisc. U.S.A.
- Denna, D.W. 1971. The potential use of self-incompatability for breeding F₁ hybrids of naturally self-pollinated vegetable crops. Euphytica 20: 542-548.
- Pandey, K.K. 1960. Evolution of gametophytic and Sporophytic systems of self-incompatability in angiosperms. Evolution 14: 98-115.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd. edition. Avi Publishing Co. Wesport, U.S.A. pp. 89.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and breeding. Wiley and Sons. New York. U.S.A. pp 67-99.

الفصل الخامس
وراثة العشائر وتربية النبات
Population Genetics & Plant
Breeding

مقدمة

التركيب الوراثي والتركيب المظهري

تعريف الموقع الجيني

توازن هاردي واينبرغ

نظام التزاوج

الملائمة

الارتباط

الجنوح الوراثي العشوائي

ملخص

المصادر

الفصل الخامس

وراثة العشائر

وتربية النبات

مقدمة :

تعني وراثة العشائر Population Genetics بناحتين مهمتين في العشيرة وهي سلوك الجينات في العشيرة او الحشائر والتطور الحاصل في العشيرة عن طريق التعويض الجيني وتحت ظروف الانتخاب الطبيعي . هذه الافكار بسيطة ولكنها أساسية في تربية النبات . ويعد (علم تربية النبات) حالة خاصة للتطور حيث يتم التعويض عن الانتخاب الطبيعي بخلط من الانتخاب الطبيعي والاصطناعي خلال مراحل التربية المختلفة . في هذا الفصل سنعرض بعض المفاهيم الوراثية مثل التركيب الوراثي والتركيب المظهري وبعض أسس وراثة العشائر المستخدمة في تربية النبات .

التركيب الوراثي والتركيب المظهري

تعد معرفة العلاقة بين التركيب الوراثي Genotype والتركيب المظهري Phenotype أحد الأسس في علوم الحياة والوراثة التطبيقية . ان الفكرة والمصطلحات تعود الى جوهانسن Johanssen عام ١٩٠٠ حيث أشار في بداية هذا القرن الى عدم تأثير الانتخاب للبذور الصغيرة او الكبيرة في الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* ، فعلى الرغم من وجود تباير في حجم البذور الا انه لا يورث . لكنه وجد اختلافات ثابتة بين السلالات المختلفة التي يمكن التعرف عليها رغم الاختلافات التي لاحظها ضمن السلالات المختلفة اوبين العينات ، أي أن بعض التبايرات يعود لاسباب وراثية وبعضها يعود لظروف بيئية . يحدد التركيب الوراثي نمطا معيناً للتطور فيما تحدد الظروف البيئية مسار التطور . اما المظهر

الخارجي فهو محصلة التركيب الوراثي والظروف البيئية. وتنحصر مهمة مربّي النبات في بناء تراكيب وراثية ملائمة ومشابهة تماماً لمظهرها الخارجي.

تعطي الجينات الرئيسة major gene او الجينات ذات التأثير الكبير دائماً مظاهر معرفة ومحددة وان التعبير عنها لا يتأثر بالظروف البيئية بشكل كبير كما أن المظهر الخارجي ذو علاقة وثيقة بالتركيب الوراثي. وقد اعتمد مندل Mendel صفات من هذا النوع في دراساته المشهورة على البازيلا *Pisum sativum* وكان هذا ضرورياً للتحليل المنديلي. ويمكن قياس التغيرات الوراثية والبيئية من دراسة التغيرات في الأجيال الأبوية والاولى (F_1) والاجيال الثانية (F_2) والأجيال الرجعية الى الأبوين (BC_1) و (BC_2) وكما سيرد في فصول قادمة.

تعريف الموقع الجيني

يعين الموقع الجيني Locus عندما يتم التعرف على اثنين من الأليلات alleles على الأقل مثل الأليلات a_1 و a_2 . يمكن ان يظهر الأليل سيادة تامة او جزئية اذا ما اختلف التركيب الوراثي الخليط ($a_1 a_2$) عن متوسط الأبوين. فتكون السيادة تامة عندما يكون الخليط مماثلاً لأحد الآباء الأصلية. اما اذا كان الخليط وسطاً في أدائه بين الأبوين، فيقال ان للأليلات أثراً تجميعياً additive وهذا أحد أسس الوراثة الكمية وهي مقبولة في تربية النبات (Simmonds, 1979). ان ما يقال عن التعبير الجيني يعتمد على ما نرى او ما يقاس، ففي الوراثة نرى التأثير المباشر للجين مثل لون الازهار الأحمر والأبيض او نباتات طويلة واخرى قصيرة او نباتات مقاومة او حساسة للأمراض. ومن الواضح ان هذه الصفات هي نواتج نهائية او وسطية ولا تعطي اي شيء عما يحصل على مستوى البروتين. وعند هذا المستوى فان الفعل الأليلي المستقل هو القاعدة كما سنرى ان السيادة هي مفهوم لمظهر تطوري ويتماشى مع كل من عالم الوراثة ومربي النبات.

Hardy – Weinberg equilibrium

توازن هاردي – واينبرغ

اذا ماتناولنا اثنين من النباتات الخليطة التلقيح والأصلية لأليلات مختلفة لموقع جيني واحد وهي الأليلات A و a. سيتضح التهجين بين النباتين للحصول على عائلة هجينية (Aa) ثم يسمح لافراد هذا الهجين في هذا الجيل والأجيال اللاحقة ان تتزاوج بصورة عشوائية. السؤال الوارد هنا هو مصير هذين الأليلين بغياب الانتخاب؟ وماهي مكونات

التركيبة الوراثية في المجتمع؟ ان حل هذه المسألة سيوضح ان المجتمع يتكون من 25% AA:50%Aa: 25%aa وبالتكرار الأليلي $P=q=0.5$ لكل من A و a على التوالي. وإذا ما أعدنا الحسابات على أساس التكرار الأليلي المكون من تزاوج أربعة نباتات AA ونبات واحد aa (أي التكرار الأليلي $p=0.8$ و $q=0.2$) سنجد ان الجيل التالي تكون من 64 AA: 32 Aa: 4aa.

تقول القاعدة ان المجتمع الذي يتزاوج أفراد عشوائيا الى حالة التوازن بعد جيل واحد. وان مكوناته من التراكيب الوراثية تتحدد بمفكوك معادلة ذي الحدين :

$$(P + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$$

وفي المثال الثاني اعلاه :

$$(0.8 + 0.2)^2 = 0.64 + 0.32 + 0.04 = 1$$

وإذا وجدت في المجتمع زيادة في تكرار التراكيب الوراثية الخليطة فاننا نصل الى حالة التوازن بعد جيل واحد او احيانا يتأخر الى أكثر من جيل. من الواضح أننا نحصل على نتيجتين. الأولى اذا كانت (A) سائدة على (a) فان الأليل (a) سنجده بتكرار عالٍ ولكنه مختفٍ في المجتمع تحت مظلة الأليل السائد وان تكراره الأصيل المتنحي سيكون واطناً جداً حيث ان $q^2 < q$ والثانية سنحصل على أعلى نسبة للخليط $2pq = 0.5$ عندما تكون $P = q = 0.5$. وان جميع القيم الأخرى ل (p) و (q) ستعطي نسبة خليط أقل.

ان التكرارات الأليلية (p) و (q) يكون مجموعها دائماً واحداً. وان ضرب هذه التكرارات سوية او في توافقات معينة لا يغير من حقيقة ان مجموع قيمها الكلية يجب ان تساوي واحداً. اي أن :

$$P^2 + 2pq + q^2 = 1$$

او يمكن وضع المجموع اعلاه بشكل معادلة ذي حدين :

$$(P + q)^2 = 1$$

يعرف استخدام هذه المعادلة في وراثة العشائر بتوازن هاردي- واينبرغ والمعادلة مهمة لكونها تسمح في حساب التكرار الأليلي او تكرار التراكيب الوراثية. من النادر ان تلي شروط توازن هاردي- واينبرغ في العشائر البرية او عشائر التربية. فقد يضطرب التوازن نتيجة لحصول الطفرة، التزاوج غير العشوائي، او درجات مختلفة للملائمة fitness او الارتباط. وستناقش فيما يلي بعضاً من هذه العوامل.

Mating system

نظام التزاوج :

تهتم وراثة العشائر بالمجتمعات الخلطة التلقيح وعلى العموم هناك أشكال عدة من التزاوج غير العشوائي الممكن حصوله في تربية النبات. تكون التربية الداخلية Inbreeding من أهمها وتقاس بعامل التربية الداخلية (F) الذي يعرف باحتمال تشابه الأليلات عن طريق الانحدار من السلف. تتراوح قيمة هذا المعامل من صفر في المجتمعات التي تتزاوج عشوائيا بشكل كامل الى واحد في المجتمعات الناتجة من التلقيح الذاتي المستمر. ويمكن لتوضيح امكانية حصول التراكيب الوراثية التالية عند حصول التربية الداخلية :

$$P^2 (1 - F) + Fp : 2pq (1 - F) : q^2 (1 - F) + Fq$$

وهذه ستصبح في توازن هاردي- واينبرغ ($P^2 + 2pq + q^2$) عندما تكون $F = 0$ وتصبح بشكل ($P : 0 : q$) عندما تكون $F = 1$. وفي الحالة الأخيرة أي عندما تكون قيمة $F = 1$ أنه عند التوازن سيحتوي المجتمع على أصائل بتكرار $AA : (P) : aa (q)$. يفضل أن يقوم الطالب بحساب حالة التوازن لقيم مختلفة من P و q و F ويختبر الحصول على التوازن عندما تكون قيمة $P = q = 0.5$ وقيمة $F = 0.5$ أي عندما يتزاوج نصف المجتمع عشوائيا والنصف الآخر عن طريق التلقيح الذاتي. وعلى العموم فإن التربية الداخلية ستقود الى زيادة نسبة الأصائل وان الحالات الشديدة منها ($F = 1$) ستؤدي الى اختفاء التراكيب الوراثية الخلطة من المجتمع.

Fitness

الملائمة :

تعني الملائمة بالمعنى الدارويني بمصطلحات نسبية للاختلاف التكاثري. أي انه كلما ترك التركيب وراثي نسلا أكبر نسبة الى تركيب وراثي آخر فانه سيكون أكثر ملائمة. ومن المعتاد الرمز للملائمة بـ (W) وتعريف قيمتها نسبة الى تركيب وراثي معين (سيكون AA) في المعادلة التالية :

$$\begin{array}{ccc} W_{AA} & W_{Aa} & W_{aa} \\ 1 & W_{Aa} / W_{AA} = 1 - S_{Aa} & W_{aa} / W_{AA} = 1 - S_{aa} \end{array}$$

إذا انتج التركيب (AA) ١٠٠ فرد في النسل و (Aa) انتج ٨٠ فرد و (aa) انتج ٦٠
فان قيم الملائمة النسبية هي :

$$S_{Aa} = 0.2 \quad S_{aa} = 0.4$$

كلما كبرت قيم S (وهي قيم معاملات الانتخاب) صغرت قيم الملائمة عندما تكون
قيمة $S = 0$ (تعني ملائمة كاملة) الى $S = 1$ (اي حالة مبنية).

ويمكن توضيح التغيرات في التكرار الأليلي (Δq) التي تحصل في الأليل المتنحي
(aa) في المجتمعات التي يتراوح فيها الافراد بصورة عشوائية وفي كل جيل وكما يلي :

١. الأليل (A) سائد و (aa) أقل ملائمة

$$\Delta q = - \frac{Sq^2(1-q)}{1-Sq^2} = - \left[\frac{q^2}{1+q} \right] \quad 1 = S \text{ عندما تكون قيمة}$$

٢. الأليل (A) سائد ولكن (aa) أكثر ملائمة

$$\Delta q = + \left[\frac{Sq^2(1-q)}{1-S(1-q^2)} \right] = + [1-q] \quad 1 = S \text{ عندما تكون قيمة}$$

٣. يكون (Aa) متوسط الملائمة بين (AA) و (aa)

$$\Delta q = - \left[\frac{-\frac{1}{2}Sq(1-q)}{1-Sq} \right] = - \left[\frac{q}{2} \right] \quad 1 = S \text{ عندما تكون قيمة}$$

يمكن للطالب ان يعوض قيمة مختلفة للأليل (q) مبتدأ ب $q = p = 0.5$ وقيم 0.5, 1.0 و 0.1 (=S) وسيرى ان تكرار الأليل المتنحي غير الملائم سيقبل تكراره بسرعة في البداية ولكن هذه السرعة تبطئ بعد ذلك. كذلك سنرى أن الأليل السائد والمتنحي ضده سيختفي بصورة أسرع من الأليل المتنحي وذلك لوضوح الأشكال السائدة الخليطة للانتخاب. لذلك فمن المتوقع في المجتمعات الخليطة التلقيح ان نجد ندرة الأليلات السائدة او المتوسطة السيادة غير الملائمة ، ولكن الأليلات المتنحية غير الملائمة تبقى لفترة طويلة لكونها محمية بالأليلات السائدة. وبالمقارنة فان المجتمعات الذاتية التلقيح تتجه بسرعة نحو الأصالة بحيث تصل الى $p(AA):q(aa)$. لذلك فان عدم الملائمة لأي من الأليلات نسبة للآخر سيعرضه الى الانتخاب او الازالة. ان للأليلات غير الملائمة جدا سواء كانت سائدة او متنحية فرصة قليلة جدا للبقاء ، لذلك فان للمجتمعات الذاتية

الاخصاب فرصة أوفر للملائمة الأليلات مقارنة بالخلطة التلقيح ولذلك فإن لها محلا أكبر في عدم الملائمة .

في حالة السيادة الفائقة Overdominance تكون للخليط ملائمة أفضل من الأصائل . سيقود هذا الى زيادة التراكيب الوراثية الخلطة بصورة أكثر من توقعات قانون هاردي- واينبرغ او من نظرية التطور التقليدية وهذا يرتبط بتكون الأفراد المتعددة الاشكال المظهرية Polymorphisms . ومن المشكوك فيه وجود مثل هذه السيادة الفائقة للأليلات (Simmonds, 1979) . ان السيادة الفائقة الكاذبة التي تعود الى التأثيرات التفوق المرتبط linked epistatic يكون اكثر عمومية ويكون المظهر الأساسي لتعدد الاشكال المظهرية في الطبيعة .

Linkage

الارتباط :

عادة تنعزل الجينات الموجودة في كروموسومات مختلفة او في أذرع كروموسومية مختلفة او حتى عند وقوعها في نفس الذراع الكروموسومية ولكن على مسافة كافية ، وبشكل مستقل . في المجتمعات التي يتزاوج أفرادها بشكل عشوائي تصل الى توازن في جيل واحد (رغم انها تكون بطيئة في بدايات جينية اخرى) . واذا كانت مرتبطة Linked على نفس الكروموسوم فإن التوازن يتأخر بدرجة تعود الى مدى المسافة الموجودة بين الجينات المرتبطة وحصول بعض الاتحادات الجديدة . في حالات متطرفة وعندما لا يكون هناك عبور وراثي واتحادات جديدة يسلك الجينان المرتبطان كوحدة واحدة ولا يمكن الحصول على توازن فيما بين الجينات المدروسة . وفي الارتباط البسيط يتأخر التوازن ، ففي حالة الارتباط القريب (نسبة الاتحادات الجديدة أقل من ١٠٪) يتأخر التوازن الى عدد كبير من الأجيال الذي يتناوله برنامج التربية ويلاحظ عند التوازن ان الكامينات الازدواجية Coupling ستكون بتكرار متساو مع الكامينات التنافرية Repulsion بغض النظر عن معدل الاتحادات الجديدة . لذلك فإن التوافق المظهري الابتدائي بين صفتين والذي يعود الى الارتباط سيعوض عنه عند التوازن بنوع من الاستقلالية .

في المجتمعات الذاتية الاخصاب وبتشجيعها الى الاصاله سوف تثبت التوافقات الاولى المرتبطة . ويمكن للتربية الداخلية مع ارتباط قوي للجينات أو تؤدي الى تقليل الاتحادات الجديدة الى مستويات واطئة جدا .

وبسرعة تصبح مشاكل الارتباط المتعدد معقدة جداً تستدعي دراستها باستعمال طرق الحاسب الآلي في دراسات التشبيه Simulation وليس بالطرق الاعتيادية. ويظهر انه في حالة العديد من المواقع الجينية وبالعديد من المواقع والارتباطات فإنه لايمكن حصول التوازن. كل أليل جديد يدخل الى العشيرة سيحتفظ بقطعة صغيرة من الكروماتين الابوي حتى وان كان الأليل ذاته والأليلات الاخرى قريبة منه ستصل الى حالة التوازن.

وكتمرين للطلاب من المفيد في البداية تناول مجتمع عشوائي التزاوج بدأ من حالة الخليط (AB/ab) وان لجميع التراكيب الوراثية ملائمة متساوية. فما هي مكونات الأجيال الاولى والثانية بتكرار اتحادات جديدة قدره 0.5 و 0.1 ؟ وما هي علاقة ذلك بالتوازن بين الأليلات ؟

الجنوح الوراثي العشوائي : Random Genetic Drift

في كل مجتمع محدود في حجمه فان للتكرار الجيني تبايناً عينياً Sampling Variance يرتبط عكسياً مع حجم المجتمع. فكلما صغر المجتمع كان هذا التباين كبيراً. لذلك وعن طريق الصدفة يمكن ان ينحرف التكرار الجيني صعوداً او هبوطاً عبر عدد من الأجيال. وان احتمال تغيره يكون أكبر في المجتمعات الصغيرة مقارنة بالكبيرة. وعند الوصول الى الحدود فاما ان يثبت الأليل ($P=1$) او يفقد ($P=0$) من دون مساعدة من الانتخاب او الملائمة. على المقياس التطوري فان تأثير الجنوح الوراثي العشوائي يكون مهما حتى في المجتمعات الكبيرة نسبياً. من الواضح ان الاليلات الموجودة بتكرار واطي معرضة للفقدان. واذا ما تغاير حجم المجتمع عبر الأجيال فان حجم المجتمع المؤثر من نقطة الانحراف يكون قريباً من أقل من المعدل ، وان المجتمعات الصغيرة الناتجة يمكن ان تكون مصدراً كافياً للفقدان او التثبيت الأليلي. ان لهذه الافكار تطبيقات عديدة في برامج تربية النبات او علاقتها بحفظ الاصول الوراثية.

أمثلة :

لتوضيح المناقشات السابقة لناخذ محصولين متباينين في نظام التربية. الاول الذرة الصفراء (خليطة وذات تزاوج عشوائي) والشعير (ذاتي التلقيح $F=1$). للتبسيط نفرض ان المجتمعين قد نشأ عن طريق التهجين بين السلالات الأصلية وانه تكون لدينا جيل ثانٍ F_2 عن طريق التزاوج العشوائي والتلقيح الذاتي للجيل الاول (F_1) على التوالي في

المحصلين. ان الجيل الاول يكون خليطاً في مواقع جينية مستقلة. وبغياب الارتباط فاننا لا نحتاج الى تعريف الآباء التي قدمت أياً من الأليلات. وكوسيلة للتمييز بين الأليلات (من دون استخدام معين حالياً للملائمة او قيمة التريبة). سنطلق عليها بالأليلات الموجبة والسالبة.

المظاهر الأساسية لمجتمعات الجيل F_2 موضحة في الجدول ٥ - ١. جميع التكرارات الجينية مساوية للنصف (0.5) وبالنسبة للذرة الصفراء التي بدأت من خليط لعدد من الجينات تصل الى حالة التوازن في خطوة واحدة بغياب عوامل الارتباط، واختلاف الملائمة بين الأليلات والطفرة والجنوح العشوائي. وسوف يكون لها ثبوت في معدل التراكيب الخليطة في كل جيل ($2pq = 0.5$ لكل موقع جيني). اما بالنسبة للشعير فانه يقف على التقيض، فبينما يكون له نفس التكوين في F_2 مثل الذرة فانه لا يحصل على التوازن ولا الى أن ينزل المجتمع الى سلالات أصيلة Purelines ونسبة الخلط تكون صفراً بعد عدد من الأجيال اللاحقة.

ان الاعداد المبينة في الجدول ٥ - ٢ مهمة ويجب على القارئ ان يجرب وضع قيم مختلفة مثلاً $n = 1, 2, 5, 10$ والعمل من خلال الجدول لاقتان وفهم ما يجري في هذه الأجيال. حتى عند الجيل العاشر $n = 10$ تصبح الاعداد كبيرة جداً وان بعض التكرارات تكون صغيرة جداً. ان اقل عدد كامل للمجتمع في الجيل الثاني يكون مساوياً الى ($10^4 = 1 \times 10^4$) وان تكرار النباتات المثبتة للمواقع الجينية الموجبة يكون ($\frac{1}{4}$). او ($10^9 = 1 \times 10^9$). واذا ما طلب الحصول على أصيل معين يمكن مشاهدته باحتمال ٩٠٪ فانه يمكن التوضيح ان ذلك يتطلب فحص حوالي ٣ مليون نبات. لذلك يجب تناول أعداد كبيرة من النباتات حتى في حالة كون (n) صغيرة ويعرف معظم مربّي النبات ذلك، وفي أي حالة حقيقية فان (n) ستكون أكبر من ١٠ (اي أقل من موقع جيني واحد في الذراع الكروموسومية في المحصولين المذكورين).

في الشعير وكما لاحظنا أعلاه تقود التربية الداخلية الى الأصالة الوراثية. يكون الجيل الاول (F_1) خليطاً في جميع المواقع الجينية، أما في الجيل الثاني (F_2) فتكون ٥٠٪ من المواقع خليطة. لذلك فان الخلط ينصف في كل جيل عن طريق الانحساب الذاتي ومن السهولة تصور ذلك في كل جيل وبذلك تكون نسبة الخلط ١٠٠، ٥٠، ٢٥، ١٢، ٥، ٦، ٢، ١، ٥٦، ٠، ٧٨٪ في الأجيال $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6$ و F_7, F_8 . على التوالي. ولذلك تنخفض نسبة الخلط الى أقل من ١٪ في الجيل الثامن

جدول : ٥-١ : التركيب الوراثي لمجتمع الجيل الثاني (F₂). عدد المواقع الجينية (n)
(مستقلاً أي غير مرتبطة) كل منها ينعزل للأليلات الموجبة (Pos.) والأليلات السالبة
(Neg.).

التركيب الوراثية	التكرارات الأليلية
<p>آ- كامينات الجيل الاول F₁</p> <p>١. جميع الأليلات موجبة 1</p> <p>٢. موجبة وسالبة 2ⁿ = { 2ⁿ - 2</p> <p>٣. جميع الاليات سالبة 1</p>	$\left(\frac{1}{2}\right)^n$ $I = \left\{ \left[1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} \right] \right.$ $\left. \left(\frac{1}{2}\right)^n \right\}$
<p>ب- التركيب الوراثية للجيل الثاني F₂</p> <p>١. جميع المواقع أصيلة 2ⁿ</p> <p>٢. هجينة وأصيلة 3ⁿ = { 3ⁿ - 2ⁿ - 1</p> <p>٣. جميع المواقع هجينة 1</p>	$\left(\frac{2}{3}\right)^n$ $I = \left\{ \left[\frac{3^n - 2^n - 1}{3^n} \right] \right.$ $\left. \left(\frac{1}{3}\right)^n \right\}$
<p>ج- عشرة الجيل الثاني F₂</p> <p>١. جميع المواقع أصيلة 2ⁿ</p> <p>٢. هجينة وأصيلة 4ⁿ = (2ⁿ - 2ⁿ⁻¹)</p> <p>٣. جميع المواقع هجينة 2ⁿ</p>	<p>(آ) جميع المواقع موجبة</p> $\left(\frac{1}{4}\right)^n$ <p>(ب) موجبة وسالبة</p> $\left(\frac{1}{2}\right)^n \left[\frac{2n_2}{4^n} \right]$ <p>(ج) جميع المواقع سالبة</p> $I = \left(\frac{1}{4}\right)^n$ <p>(آ) لا يوجد تثبيت سالب</p> $\left[\frac{3^n - 1}{4^n} \right]$ <p>(ب) بعض التثبيت السالب</p> $\frac{4^n - 2^{n+1} - 3^{n+1}}{4^n}$
<p>١. لا يوجد تثبيت سالب</p> <p>٢. يوجد بعض التثبيت السالب</p>	$\left(\frac{3}{4}\right)^n$ $I = \left[1 - \left(\frac{3}{4}\right)^n \right]$

جدول : ٥ - ٢ : العشائر الخليطة التلقيح والعشائر الذاتية التلقيح

ذاتية التلقيح	مفتوحة التلقيح
١. أزهار مغلقة تصل الى التلقيح الذاتي الاعتيادي	١. لها ميكانيكية تلقيح تصل الى التزاوج العشوائي.
٢. تصل الأفراد الى حالة الأصالة ، وان التغاير يكون بين السلالات المكونة للمجتمع	٢. يكون الفرد خليطاً لعدة مواقع ، وتوزع
٣. تميل الى ازالة المواقع المتنحية المؤذية .	٣. تحمل جينات متنحية مؤذية
٤. تقاوم التربية الداخلية	٤. لانقاوم التربية الداخلية
٥. أفضلية أقل للخليط	٥. أفضلية أكبر للخليط
٦. أقلمة ضيقة نوعاً ما ، أقل مرونة .	٦. أكثر قدرة على الأقلمة (مرن من
	الناحية التطورية) على حساب الأقلمة الآتية .

عن (Simmonds, 1979) 81/pp .

(F_٥) ، ولكنها من الناحية النظرية في المجتمعات الكبيرة العدد لا تصل الى الصفر. وعندما تنخفض نسبة الخلط يصل المجتمع الى حالة التوازن حيث يتكون من (2ⁿ) من السلالات الأصلية ويتكرر متساو (حيث أن $p = q = r = s = 0.5$). وعندما تكون قيمة $10 = n$ فان المجتمع سيحتوي في الجيل الثامن على حوالي ١٠٠٠ سلالة أصيلة وبعض السلالات القريبة من الأصالة والتي تستمر في الانعزال لجين أو جينين.

وهناك عدد من العوامل التي تؤثر في التكرار الجيني. ان الاختلافات في درجة الملائمة fitness تميل الى انحراف التكرار الجيني عن النصف. وحيث ان كلا المجتمعين قد نشأ من سلالات أصيلة فان يتم التخلص من الأليل غير الملائم. وعلى العموم فان الطفرة يمكن ان تؤدي الى الحصول على بعض الأليلات الضارة التي يمكن ان تحمل لفترة طويلة تحت مظلة الخليط بتكرار واطي كما في الذرة الصفراء ولكنها ستعرض الى انتخاب شديد واحتمال الازالة الكاملة في محاصيل التلقيح الذاتي كالشعير مثلاً. كذلك سيظهر تأثيرات

عشوائية للسيادة الفائقة في حالة الخليط في كلا المجتمعين (الخلطية والذاتية الاخصاب) وسيحافظ عليها ضد ضغط التريبة الداخلية في الشعير. وإذا ما كانت السيادة الفائقة تعود الى الارتباط التفوقي epistatic linkage فان أي اتحاد جديد سيقود الى خفض تأثيرات السيادة الفائقة على الملائمة والخلط .

ان وجود أية حالة ارتباط سيؤدي الى تأخير التوازن العام في كلا المجتمعين وأنه سيكون أكثر احتمالاً لحصوله في المجتمعات الذاتية الاخصاب وان كان قريباً فإنه سيؤدي الى ازالة بعض الاتحادات الجديدة للسلاسل الأصلية من العدد النهائي المتوقع للأصايل من المعادلة (2ⁿ). ومن السهولة حساب ان حوالي نصف الاتحادات الجديدة في المحاصيل الذاتية الاخصاب تحصل في الأجيال $F_2 - F_1$ وان ٩٥٪ منها ستحصل في الجيل الرابع F_4 . وبالتأكيد سيؤثر الجنوح الوراثي العشوائي على التكرارات الجينية في كلا المجتمعين. ولكن وجود عدد كبير من النباتات (عدة مئات) في كل جيل فإنه من غير المحتمل حصول فقدان او تثبيت للأليلات .

إذا ما عوضنا عن مجتمع الذرة الصفراء بمجتمع آخر أكثر تعقيداً حصلنا عليه من خلط مجتمعين (مثلاً خلط صنفين مفتوحين التلقيح) ستكون النتائج مختلفة نوعاً ما. سيتأخر التوازن حتى بين المواقع الجينية غير المرتبطة ، وتتغير التكرارات الأليلية بشكل واسع وفقاً للتكرارات المشتركة في المجتمعات الأبوية ، وتدخل الجينات المتخبذة النادرة من كلا الاتجاهين ولكن في نهاية الأمر ستصل الى حالة التوازن في البيئة الوراثية الجديدة. على العموم اشارت بعض الدراسات في الذرة الصفراء في ان جميع الاصناف مفتوحة التلقيح تحمل جينات متخبذة مؤذية قد تصل الى حدود ٢٠ - ٣٠٪ من اللاقحات (Simmonds, 1979).

في الشعير أشار Allard وجماعته (عن Baker and Stebbins, 1965). الى ان الجينات المعلمة marker gene في مجتمعات معقدة من الهجن لا تتجه ببساطة الى التثبيت عبر الأجيال. وعوضاً عن ذلك تبقى نسبة كبيرة من الخلط الوراثي Heterozygosity لعدة أجيال رغم ان هذا المحصول ذاتي التلقيح وبدرجة كبيرة (نسبة التلقيح الخلطي محدود ١ - ٢٪). وقد أشارت التقديرات غير المباشرة للملائمة (W) fitnesses لعينات من التكرارات للتركيب الوراثية الى أفضلية الخليط Heterozygote advantage الذي يتغير من موسم لآخر اي ان الملائمة غير ثابتة. وبالمقارنة مع حالة الذرة الصفراء لا يمكن توقع تحقيق كسب في المحاصيل الذاتية التلقيح حيث يبقى الخليط لفترة

طويلة جداً. ولهذا الغرض يجب توفر درجة من التلقيح الخلطي (حتى ولو كان بمستويات واطئة) وأفضلية للخليط. أن التفسير المعتاد لأفضلية الخليط في الملائمة هو أنها نوع من السيادة الفائقة الكاذبة Pseudo-overdominance التي لا يمكن تمييزها عملياً عن السيادة الفائقة الحقيقية. توضح هذه الحالات أن المجتمعات الذاتية التلقيح ليست على درجة كاملة من الأصالة كما يفترض في هذه المجتمعات.

ملخص :

بدأ من مجتمعات خليطة في عدة مواقع فإن أبسط فرضيات وراثة المجتمعات تقود الى توقع النقاط التالية :

١. في المجتمعات المفتوحة التلقيح التي تتزاوج عشوائياً ستصل الى توازن هاردي-واينبرغ خلال جيل واحد من التزاوج العشوائي وتحافظ على مستوى ٥٠٪ خلط لكل موقع جيني.
٢. في المجتمعات الذاتية التلقيح ستصل الى حالة التوازن بعد أجيال عدة عندما يتكون المجتمع من خليط من السلالات الأصلية. لا يمكن تحقيق هذه التوقعات البسيطة بسبب عوامل الطفرات. والتغير في التكرارات الأليلية لاختلاف درجة الملائمة والارتباط ، والجنوح الوراثي العشوائي والتغايرات في نظام التزاوج (بعض التلقيح الخلطي في مجتمعات ذاتية التلقيح). حتى في حالة عدد قليل من المواقع الجينية فإن عدد التراكيب الوراثية في المجتمع سيصبح كبيراً جداً ويضاف الى ذلك التداخل بين الطفرات ، الملائمة والارتباط. هذه الحالة تجعل من الصعوبة تفسير ما يحصل في مجتمعات تربية النبات بشكل مفصل. بعض الفروقات بين المجتمعات المفتوحة التلقيح والذاتية التلقيح موضحة في الجدول (٥-٢).

References

مصادر الفصل الخامس

- Baker, H.G. and G.L. Stebbins. 1965. The genetics of colonizing species. Academic Press New York.
- Crow, J.F. and M. Kimura. 1970. An Introduction to Population Genetics Theory. Harper and Row, New York.
- Ewens, W.J. 1969. Population Genetics. Methuen, London.
- Kojima, K. (ed.). 1970 Mathematical Topics in Population Genetics. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Lewontin, R.C. 1974. Genetics Basis of Evolutionary Change. Columbia University Press. New York.
- Li, C.C. 1955. Population Genetics. University of Chicago Press. U.S.A.
- Mettler, L.E. and Gregg, T.G. 1969. Population Genetics and Evolution. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. N.J. U.S.A.
- Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop Improvement Longman, London and New York. pp 69-81.
- Srb, A.M. (ed.). 1973. Genes, Enzymes and Populations. Plenum Press, New York.
- Wright, A.J. 1977 Inbreeding in Synthetic Varieties of field beans (*vicia faba*). J. agric. Sci. Camb. 89: 495-501.
- Wright, J.W. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press London.
- Wright, S. 1968, 1969, 1977. Evolution and Genetics of Populations I. II. III. University of Chicago Press. Chicago and London.

الفصل السادس الوراثة الكمية في تربية النبات

مقدمة

توريث الصفات النوعية

توريث الصفات الكمية

توصيف المجتمع

معدل المجتمع

القيم الوراثية

قيمة التربية

الانحراف السياتي

التداخل التفوقي

أشكال التباين الوراثي

تقدير التباين الوراثي

تصميم ثنائي الأليل

التصميم المتداخل

التصميم العاملي

معامل التوريث

طرق تقدير معاملات التوريث

طريقة مكونات التباين

طريقة انحدار النسل

الارتباط بين الآباء والنسل

الطرق غير المباشرة لتقدير التباين البيئي

طريقة التهجين الرجعي
معامل التوريث المتحقق
تصميم التراكيب الوراثية الموسع

الفصل السادس

الوراثة الكمية في تربية النبات

مقدمة :

كان اختبار مندل لعدد من الصفات التي تعينت بعدد من الجينات الرئيسة والتي يمكن التعبير عنها وتصنيفها مظهرياً من العناصر المهمة في نجاحه وعن طريقها تم فهم أسس التوريث. ولكن مندل والكثيرين من معاصريه على معرفة من أن قسماً كبيراً من التغيرات البيولوجية مستمرة continuous ولا يمكن تفسيره بشكل مبسط. وقد أوضح Johannsen أن بعض التباين يعود إلى التأثير البيئي والبعض الآخر يعود إلى مسببات وراثية أيضاً. وقد ذكر Galton ذلك في دراساته عن وراثة الإنسان ، أما Darwin فقد نوه إلى أن التغير الوراثي الصغير في الصفات مستمرة التوزيع يعد من الخطوط الأساسية في عملية التطور. ولم يحل الجدل بين علماء الوراثة وعلماء الإحصاء الحيوي Biometrics حول الموضوع حتى بداية العشرينيات من هذا القرن عندما أوضح East تجريبياً أن التغيرات المستمرة في الصفات الكمية يتوافق بشكل تام مع الانعزال المنديلي. وقد أرسى Fisher و Wright القواعد الرياضية الأساسية للوراثة الكمية التي تعني بوراثة التباين المستمر.

إن معظم التباينات التي يواجهها مربو النبات في انتخابه للصفات هي من النوع الكمي المستمر أما الجينات المنديلية ذات التوزيع غير المستمر discontinuous فتكون الشواذ. ومن الناحية العملية فإن فهم القواعد الأساسية في وراثة الصفات الكمية في تربية النبات له أهمية أكبر من الصفات النوعية (Simmonds, 1979). وهناك العديد من المصادر العلمية الرصينة التي تبحث في هذا المجال والتي ينبغي على الدارس مراجعتها مثل (Falconer, 1980) و (Kempthorne, 1957) و Mather و Jinks (1977) لغرض التعرف والاستزادة من المعرفة في هذا المجال الحيوي المهم.

توريث الصفات النوعية :

الصفات النوعية Qualitative traits هي تلك الصفات التي يمكن فصلها الى فئات منفصلة عند التوريث وبشكل لا تتداخل فيه الفئات مع بعضها البعض . وهذه الصفات يكون من السهل جداً فصل الأفراد . وهناك تداخل بيثي ضئيل بين التراكيب الوراثية . وكانت الصفات التي تناو لها مندل في تحليله من هذا الشكل . كان هناك شك بسيط حول تصنيف البذور بالنسبة لسطحها المجعد والأملس حيث أن للمظاهر الخارجية ذات التعبير عبر مدى واسع من البيئات .

ولمقارنة توريث الصفات النوعية مع الكمية سنستخدم نظاماً نظرياً بتناول ارتفاع النبات على سبيل المثال . فإذا كان لأحد الآباء الاصلية (١٢) وحدة طول والأب الثاني (٢٤) وحدة ، فان بالامكان توليد عدد من التوزيعات للجيل الثاني ، وتعتمد هذه التوزيعات على النظام المستعمل للتوريث .

يوضح الشكل ٦-١ آ حالة توريث نوعي لصفة ارتفاع النبات . وفي هذا الشكل لدينا فئتان مظهرتان في الجيل الثاني وبشكل منفصل . يسيطر على الصفة موقع مفرد ويكون الفعل الجيني سائداً تماماً وهناك تأثير بيثي قليل جداً ان وجد . في الشكل ٥-١ ب يوضح التوزيع التكراري مع تحوير بسيط لتوزيع المجتمع بسبب التغير في الفعل الجيني . لا يزال هناك موقع واحد يسيطر على الصفة ولكن الفعل الجيني تجميعي كامل Complete additive . ثلاث فئات مظهرية في الجيل الثاني وكل منها تتميز من الفئة الاخرى تماماً . لاحظ اننا لانزال نتعامل مع التوريث النوعي حيث أن الفئات المظهرية متميزة ولا توجد صعوبة في وضع النسل في فئاته حتى ولو كانت هناك فئات أكثر وبمسافات أقل بينها . من الامثلة على مثل هذه الصفات لون القنابع في الحنطة حيث يتحكم به جين رئيسي يمكن تصنيفه بشكل واضح اثناء عملية الانعزال .

توريث الصفات الكمية :

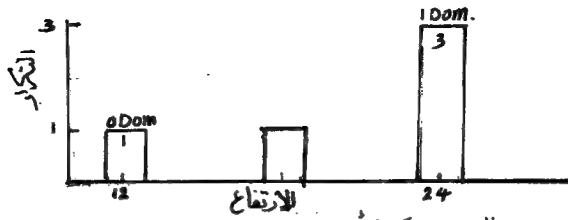
تتصف الصفات التي تورث بشكل كمي Quantitative trait بفقدان الفئات المنفصلة عن بعضها البعض . فهناك تداخل كبير من احدى الفئات مع الفئات التالية . يحصل هذا التدرج لسببين : الاول يعود الى ان التعقيد الوراثي الذي يحكم الصفة يزداد بادخال ما يدعى بالتداخل بين المواقع interlocus interaction وعدد أكبر من المواقع . ففي الشكل ٦-١ ج ازداد عدد المواقع الى ثلاثة وبوجود السيادة بين الأليلات ضمن

كل موقع جيني والتأثير التجميعي بين المواقع . فكل موقع يحتوي على أليل سائد يضيف أربع وحدات الى الارتفاع ، وحالته الأصالة او الخلط للموقع الجيني قيم متساوية . نحصل على اربع فئات مظهرية ويعتمد تكرار كل فئة على عدد المواقع وحيث يوجد الأليل السائد . وقد تقلصت المسافة بين الفئات الى اربع وحدات .

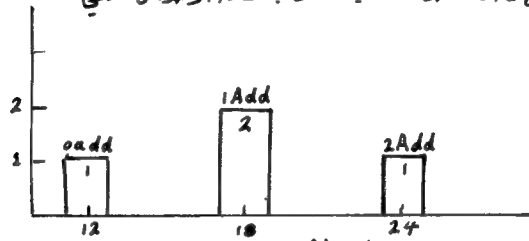
وفي توزيع المجتمع المعروض في الشكل ٦ - ١ د هناك ثلاثة مواقع لاتزال تنعزل بشكل مستقل ولكن الفعل الجيني قد تغير الى تأثير تجميعي كامل ضمن وبين المواقع الجينية . كل أليل تجميعي يضيف وحدتين للارتفاع لاحظ ان مقدار الزيادة في المسافة بين كل فئة مظهرية قد تقلصت الى اثنين وتظهر لدينا سبع فئات في التوزيع . ان التأثير الصافي هو أن الفئات قد اقتربت من بعضها البعض بشكل أكثر عند اضافة مواقع جينية أكثر او عند تغيير الفعل الجيني .

حتى هذه النقطة لم نصف تداخلا يثبت الى التوزيع . وان جميع التراكيب الوراثية قد أعطت مظاهر متميزة وصنفت بشكل صحيح . فاذا أدخلنا عاملاً يثبتاً بسبب تغييراً في التعبير الجيني فان فصل الفئات يصبح أقل فأقل وفي النهاية ستمثل بشكل مجموعة قيم مستمرة التوزيع على المحور الأفقي . لاحظ ان المجتمع في الشكل ٦ - ١ د قد وزع بشكل طبيعي بسبب السيطرة الوراثية . نحصل على التوزيع الطبيعي normal distribution ايضا عندما لا يوجد تغاير وراثي وان قياسات الافراد تمثل عينة عشوائية مع مجتمع كبير . وعندما يصبح نظام التوريث أكثر تعقيداً وان للتأثير البيئي دوراً أكبر في التعبير عن الصفة فان تفسير البيانات سيكون أكثر صعوبة .

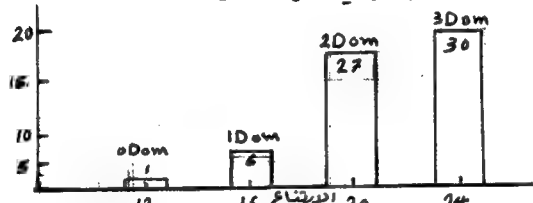
وقد قورن توريث الصفات النوعية والكمية بأشكال مختلفة من المجتمعات . وطبيعي هناك مجموعة متوسطة كبيرة والتي يصعب وضعها في فئات محددة . وتمثل هذه المجموعة منطقة التحول بين نظامي التوريث وتشمل الأنماط المتوسطة في التوريث مع تداخل يثبتي يسمح فقط بالتعبير عن مظاهر بعض التراكيب الوراثية . ان العديد من صفات النبات الاقتصادية تقع ضمن هذه المجموعة وان على المرء معرفة كيفية تفسير القيم المظهرية وفقاً للتحويل الوراثي الكامن (Welsh, 1981) . واذا كان التأثير البيئي كبيراً فإنه يشك في التفسير الصحيح للفعل الجيني وتلجأ عادة الى اختبارات أخرى (مثل دراسة عينات التلقيح الذاتي للجيل الثالث F_3) . ومثل ما أوردنا سابقاً فان التأثيرات البيئية يمكن ان تولد تبايناً مستمراً تكون هناك صعوبة كبيرة في تفسيره ويؤدي الى فقدان الوضوح التنبؤي في هذه الحالة .



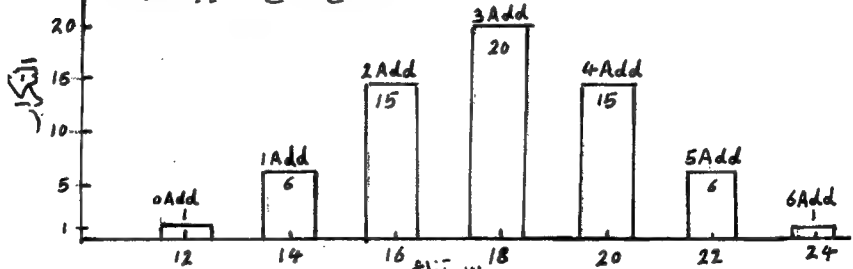
أ- منقح واحد الظهر السائد يكون أطول بمقدار ٩ وحدة عن المنقي



ب- أحد المواقع له تأثير تجميعي كامل، وكل اليل يضيف ٦ وحدات



ج- نموتة مواقع، زيادة تامة ضمن الموقع وكل موقع سائد يضيف أربعة وحدات



د- نموتة مواقع، تأثير تجميعي كامل من بين المواقع وكل اليل يضيف ٢ وحدة

شكل ٦- ١ تأثير الفعل الجيني السائد والتجميحي الى توزيعات الجيل الثاني

توصيف المجتمع :

ان تقويم الصفة الكمية يستند الى دراسة مجتمع من التراكيب الوراثية . ويمكن وصف المجتمع لصفة معينة باستعمال عدد من المعالم الاحصائية المختلفة (Falconer, 1981) .

١ . معدل المجتمع : Population mean

احدى الاحصائيات المهمة لوصف المجتمع هو معدل او متوسط اداء التراكيب الوراثية التي يحتويها . فاذا كان لدينا مجتمع مكون من (١٠) تراكيب وراثية وباحصل للحبوب (٤٠) و (٤١) و (٤٦) و (٤٩) و (٥٠) و (٥٤) و (٥٨) و (٦١) و (٦٣) وحدة فان معدل الحاصل لهذا المجتمع يكون (٥٠,٦) وحدة . ان اجراء انتخاب مؤثر بين التراكيب الوراثية في المجتمع سيؤدي الى تغيير معدل اداء المجتمع .

وقد وصف Falconer (1981) معدل اداء المجتمع لموقع جيني واحد باليلين مختلفين بالمعادلة (١)

$$M = a (p - q) + 2dpq \quad \dots (1)$$

حيث :

$$M = \text{معدل المجتمع}$$

$$a = \text{قيمة التركيب الوراثي الاصيل}$$

$$p = \text{تكرار احد الأليلات}$$

$$q = \text{تكرار الأليل الثاني}$$

$$d = \text{قيمة التركيب الوراثي الخليط}$$

ولتوضيح مكونات هذه المعادلة لنفرض لدينا موقع جيني واحد باليلين A_1, A_2 لتكون التراكيب الوراثية $A_1A_1, A_1A_2, A_2A_1, A_2A_2$. ان رموز كل ترتيب وراثي هي كما يلي :

$$+ a = A_1A_1$$

$$- a = A_2A_2$$

$$d = A_1A_2$$

ان قيمة (a) هي اداء التراكيب الوراثية الأصلية ناقصا معدل اداء التراكيب الوراثية الأصلية . لذا فان قيمة +a للتركيب A_1A_1 تكون كما يلي :

$$+a = A_1A_1 - (A_1A_1 + A_2A_2) / 2 \quad \dots (2)$$

و a للتركيب A_2A_2 كما يلي :

$$-a = A_2A_2 - (A_1A_1 + A_2A_2) / 2 \quad \dots (3)$$

فاذا قيمة $A_1A_1 = 20$ وقيمة $A_2A_2 = 14$

فان التعويض من المعادلة (2) كالاتي :

$$+a = 20 - (20 + 14) / 2 = +3$$

والتعويض في المعادلة (3) لقيمة -a . كالاتي :

$$-a = 14 - (20 + 14) / 2 = -3$$

ان قيمة (d) تكون قياس لدرجة السيادة . بين الأليات وتقاس بالاختلاف بين التراكيب الوراثية الخليطة ومعدل التراكيب الوراثية الاصلية أي :

$$d = A_1A_2 - \frac{A_1A_2 + A_2A_2}{2} \quad \dots (4)$$

فاذا كانت قيمة التركيب $A_1A_2 = 19$ ومعدل التراكيب الاصلية هو (17) فان

التعويض في المعادلة (4) سيعطينا قيمة $d = +2$. درجة السيادة يعبر عنها كالاتي :

Partial dominance سيادة جزئية $0 < d < a$

Complete dominance سيادة كاملة $a = d$

Overdominance سيادة فائقة $d > a$

ان تكرار الأليل في المجتمع يتغير من صفر الى واحد . وان مجموع التكرارات الأليلية في موقع ما سيكون واحداً . ولناقشة معدل المجتمع فان تكرار الأليل A_1 يرمز له بالحرف (p) وتكرار A_2 يرمز له بالحرف (q) .

لا تتغير قيم (a) و (d) في الموقع الجيني الواحد ولكنها يمكن ان تتغير بين المواقع الجينية . ان التغيرات الحاصلة في معدل المجتمع تكون نتيجة التغيرات في تكرار الجين . تركزت المناقشة السابقة على حالة الجين المفرد . ولكن في الصفات التي يسيطر عليها عدة مواقع جينية يكون معدل المجتمع يساوي مجموع المعدلات للمواقع المختلفة التي يمكن التعبير عنها كما يلي :

$$M = \sum a (p - q) + 2dpq \quad \dots (5)$$

نفترض المعادلة (5) عدم وجود تداخل تفوقي epistatic interaction بين المواقع الجينية التي تؤثر في معدل المجتمع . (Falconer, 1981) عادة لا توجد طريقة لقياس قيم a و d و p أو q للمواقع المفردة في الصفة الكمية ، ولكن فهم دورها في تحديد معدل المجتمع يساعد في تقويم تأثير الانتخاب في أداء المجتمع .

القيم الوراثية : Genotypic values

يمكن توصيف المجتمع بكمية ونمط التباين الوراثي الذي يحتويه . يعتمد التحسين الوراثي للصفة الكمية على الانتخاب الفعال للأفراد التي تختلف في القيمة الوراثية Genotypic value . ويمثل التغيرات في القيم الوراثية التباين الوراثي في المجتمع . وان وصف مختلف أنماط الفعل الجيني التي تحدد القيمة الوراثية للأفراد في المجتمع يساعد في معرفة مفهوم التباين الوراثي (Fehr, 1987) .

وقد ذكر Falconer (1981) ان القيمة الوراثية يمكن ان تكون على أساس الموقع المفرد اوكدالة لجميع المواقع التي تؤثر في الصفة الكمية ان القيمة الوراثية لموقع واحد (G) هي كما يلي :

$$G = A + D \quad \dots (6)$$

حيث تمثل الرموز G = القيمة الوراثية

A = قيمة التربية Breeding value

D = الانحراف السيادي Dominance deviation

وان القيمة الوراثية لجميع المواقع سوية يعبر عنها بالمعادلة (7)

$$G = A + D + I \quad \dots (7)$$

حيث أن (A) = مجموع قيم التربية للمواقع المنفصلة
 $D =$ مجموع الانحراف السيادي
 $I =$ التداخل الأليلي بين المواقع او الانحراف التفوقي .

ان نمط الفعل الجيني المرافق لقيمة التربية ، الانحراف السيادي والانحراف التفوقي من المفاهيم المهمة في الوراثة الكمية .

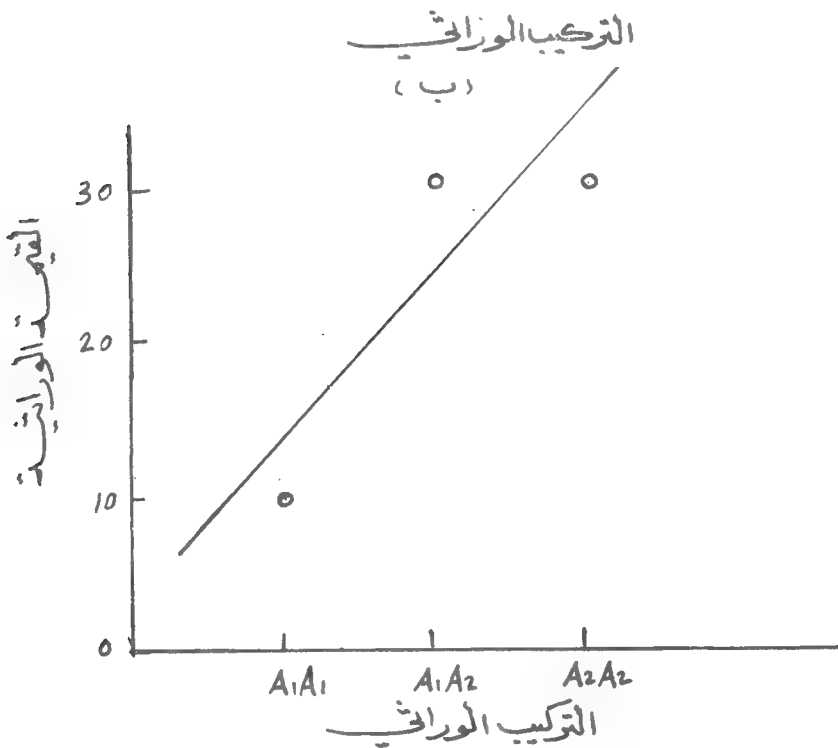
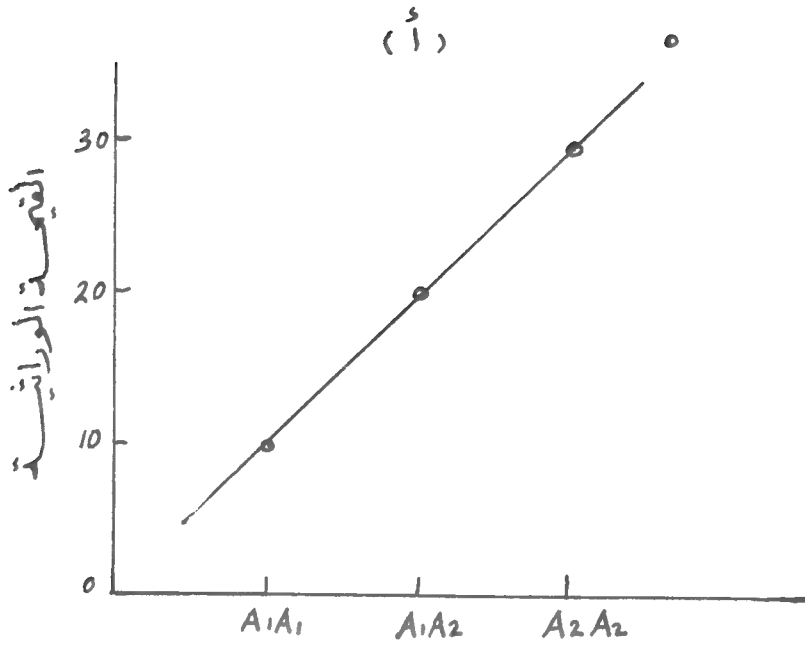
Breeding value

قيمة التربية :

تعبر قيمة التربية للفرد عن ذلك الجزء من القيمة الوراثية الذي يحدد معدل أداء نسله (Falconer, 1981). يمكن قياس قيمة التربية للفرد عن طريق (١) تضريب الفرد عشوائيا مع عدد من الأفراد في المجتمع (٢) معدل أداء النسل و (٣) طرح معدل أداء النسل من معدل المجتمع لتقدير الانحراف (٤) ضرب الانحراف في ٢ . ان ضرب الانحراف في ٢ يكون بسبب ان نصف الجينات في النسل قد ساهم بها الفرد اما النصف الآخر فكان من عينة عشوائية من المجتمع وبقيمة تساوي معدل المجتمع (Fehr, 1987).

تحدد قيمة التربية لفرد ما في المجتمع بجمع معدل تأثيرات جيناته average effects of genes أو ما يطلق عليه بالتأثير التجميعي للجينات . ان معدل تأثير تعويض جين معين هو قيمة معامل الانحدار (b) regression coefficient والذي نحصل عليه من الانحدار الخطي للقيمة الوراثية لموقع جيني مفرد على عدد الأليلات لنمط معين في ذلك الموقع . واذا لم يكن سيادة يعبر عنها الموقع الجيني فان مستقيم الانحدار الخطي يربط القيم الوراثية للتركيبين الاصيلين (شكل ٦ - ٢ أ). اما اذا كانت الحالة يعبر عنها بالسيادة فلا تقع أي من القيم الوراثية بشكل مباشر على خط الانحدار (شكل ٦ - ٢ ب) .

سيؤثر تكرار الجين في المجتمع الذي تم تضريب الفرد فيه على معدل تأثير التعويض الجيني عند وجود سيادة في ذلك الموقع . واذا ما عبر الأليل A_1 عن درجة معينة من السيادة على الأليل A_2 فان القيمة الوراثية لتركيب الخليط A_1A_2 تكون أقرب التركيب A_1A_1 مقارنة بالتركيب A_2A_2 . ان تأثير تعويض A_2 عوضا عن A_1 يكون أكبر عندما يتم تغيير A_1A_2 الى A_2A_2 مقارنة بتغيير A_1A_1 الى A_2A_1 . لذلك فان معدل تأثير تعويض الجين يعتمد على التكرار النسبي لمتختلف التركيب الوراثية في المجتمع . ان تكرار التركيب الوراثية في المجتمع يتحدد بالتكرار الجيني .



شكل ٦-٢. انحدار القيمة الوراثية لموقع جيني على عدد الأليلات الملائمة في ذلك الموقع ، (أ) حالة عدم السيادة (ب) سيادة تامة (عن Fehr, 1987 ص 83)

ويمكن تلخيص العلاقة بين معدل تأثير التعويض الجيني مع درجة السيادة في موقع جيني وتكرار الجين بالمعادلة (8) :

$$\alpha = a + d (p - q) \quad \dots (8)$$

حيث

α = معدل تأثير تعويض الجين

a = الفرق بين أحد الأصايل ومعدل التركيبين الأصيلين .

d = الفرق بين تركيب الخليط ومعدل التركيبين الأصيلين .

p, q = التكرارات الأليلية في المجتمع .

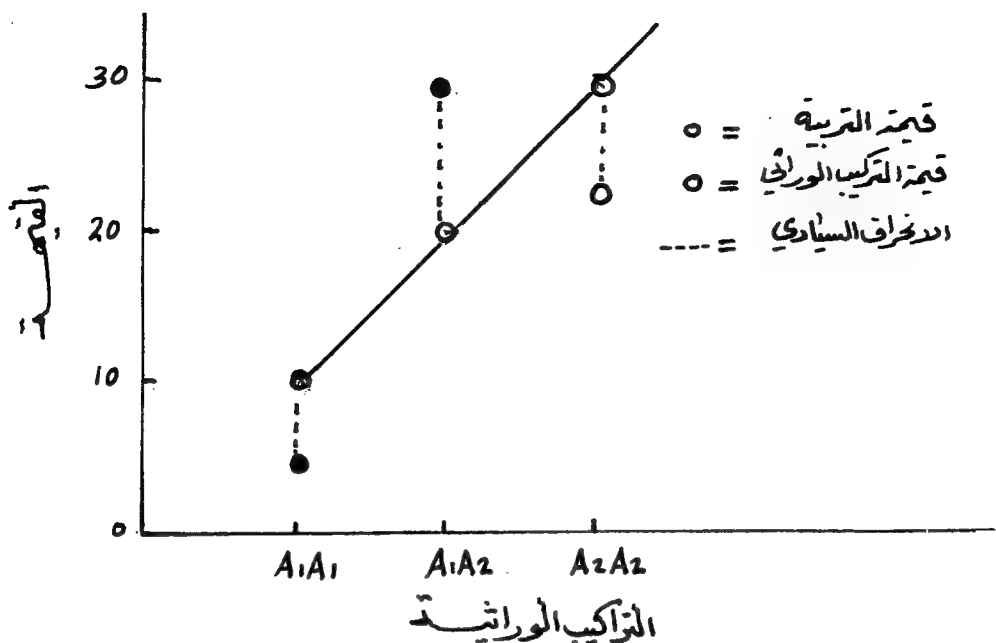
ان مجموع معدل التأثيرات الجينية لجميع المواقع التي تسيطر على الصفة تحدد قيمة التربية breeding value للفرد ولتلك الصفة . وبغياب التفوق فان مجموع معدل التأثيرات عبر المواقع الجينية يساوي قيمة التربية التي نحصل عليها من تزاوج فرد الى مجتمع وقياس انحراف أداء النسل عن معدل المجتمع .

الانحراف السیادي : Dominance Deviation

يعبر الانحراف السیادي (D) في موقع معين عن الفرق بين القيمة الوراثية (G) وقيمة التربية (A) للفرد كما في المعادلة (g) (عن Falconer, 1981)

$$D = G - A \quad \dots (9)$$

هذه القيمة تمثل تداخل الأليلات في الموقع الجيني . ان درجة السيادة والتكرار الجيني في المجتمع تؤثر في القيم الوراثية والتربية وبالنسبة ستؤثر في الانحرافات السیادية . الشكل ٦-٣ يوضح العلاقة بين القيم الوراثية ، قيم التربية والانحرافات السیادية .



شكل ٦ - ٣ العلاقة بين القيمة الوراثية genotypic value وقيمة التربية Breeding value والانحراف السيادة dominance deviation .

التداخل التفوقي : Epistatic interaction

يمكن ان تتأثر القيمة الوراثية للفرد لصفة معينة بتداخل الأليلات او التركيب الوراثية لمواقع مختلفة ويقال لهذه الحالة بأنه تداخل بين المواقع interlocus interaction او التفوق epistasis. وبغياب التفوق فان القيمة الوراثية لجميع المواقع المسيطرة على الصفة تساوي مجموع القيم الوراثية للمواقع الجينية المفردة. وعندما يوجد تفوق فان القيمة الوراثية لجميع المواقع لن تساوي بشكل تام القيمة الوراثية للمواقع بمفردها.

أشكال التداخل التفوقي التي توصف في الوراثة الكمية لموقعين هي :

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| Additive × Additive | ١. تجميعي × تجميعي |
| Additive × Dominance | ٢. تجميعي × سيادي |
| Dominance × Dominance | ٣. سيادي × سيادي |

اما بالنسبة لثلاثة مواقع جينية فان عدد التداخلات يزداد وتشمل على :

١. تجميعي × تجميعي × تجميعي
٢. تجميعي × تجميعي × سيادي
٣. تجميعي × سيادي × سيادي
٤. سيادي × سيادي × سيادي

في هذه المعادلات فان مصطلح « تجميعي » additive يعبر عن قيم التربية breeding value و « السيادي » يعبر عن الانحرافات السيادية dominance deviation . وبالنسبة لموقعين فان التداخل تجميعي × تجميعي يعبر عن تداخل قيم التربية لكلا الموقعين. والتداخل تجميعي × سيادي يعبر عن تداخل قيم التربية لأحد المواقع والانحرافات السيادية للموقع الثاني . اما التداخل سيادي × سيادي فهو تداخل الانحرافات السيادية للموقعين.

يعتمد التداخل التفوقي على معدل تأثيرات الجينات والانحرافات السيادية في المواقع المفردة . ونتيجة لذلك فانها تعتمد على درجة السيادة والتكرار الجيني في المجتمع . عادة هناك العديد من التحليلات الأحصائية الوراثية المعقدة التي تتناول هذا الموضوع وهي خارج نطاق هذا المقرر حالياً .

أشكال التباين الوراثي :

يمكن التعبير عن التباين الوراثي بين الأفراد في المجتمع بالمعادلة (10) حسب (Falconer, (1981).

$$\sigma_g^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_i^2 \quad \dots (10)$$

حيث :

$$\sigma_g^2 = \text{التباين الوراثي الكلي}$$

$$\sigma_A^2 = \text{التباين التجميعي وهو تباين قيم التربية بين الأفراد}$$

$$\sigma_D^2 = \text{التباين السيادي وهو التباين بين الأفراد للانحرافات السيادية}$$

$$\sigma_i^2 = \text{التباين التفوقي ، وهو التباين المرافق للاختلافات بين الأفراد في التداخلات التفوقية}$$

ويمكن تجزئة التباين التفوقي الى مكوناته المختلفة مثل :

$$\sigma_{AA}^2 = \text{تجميعي} \times \text{تجميعي}$$

$$\sigma_{AD}^2 = \text{تجميعي} \times \text{سيادي}$$

$$\sigma_{AAA}^2 = \text{تجميعي} \times \text{تجميعي} \times \text{تجميعي} \dots \text{وهكذا.}$$

ان مقدار التباين الوراثي يكون خاصاً بالمجتمع الذي نحصل منه على المكونات . وتناثر القيم الوراثية وقيم التربية والانحرافات السيادية والتداخلات التفوقية بدرجة السيادة في الموقع الجيني وتكرار الجينات في المجتمع . ونتيجة لذلك فان التغيرات بين القيم الوراثية تكون كدالة لدرجة السيادة والتكرار الجيني . ويمكن توضيح ذلك بأخذ التباينات الوراثية التجميعية والسيادة في موقع جيني واحد . تعرف مكونات التباين بالمعادلات التالية :

$$\sigma_A^2 = 2pq [a + d(q - p)]^2 \quad \dots (11)$$

$$\sigma_D^2 = (2pqd)^2 \quad \dots (12)$$

$$\sigma_g^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 = 2pq [a + d(q - p)]^2 + (2pqd)^2 \quad \dots (13)$$

ان تعويض القيم المختلفة للمعالم d, q, p سيغير المقادير النسبية للتباينات التجميعية σ_A^2 والسيادية (σ_D^2) والوراثية σ_g^2 للمزيد راجع (Falconer, 1981).

تقدير التباين الوراثي :

هناك عدد من تصميمات التزاوج mating designs التي يمكن استعمالها من قبل مربّي النبات لتقدير التباين الوراثي في المجتمع . تختلف تصميمات التزاوج باختلاف المادة الوراثية تحت التقييم والتي تحدد مديات التباين التجميعي ، والسيادي والتفوقي . التي يمكن تقديرها .

في الفقرات التالية سنناقش ثلاثة أنظمة تزاوج شائعة الاستخدام من قبل مربّي النبات وهي :

- ١ . تصميم ثنائي الأليل Diallele
- ٢ . التصميم I (التداخل) Design I
- ٣ . التصميم II (العالمي) Design II

وهذه التصميم تستعمل لغرض تقدير التباينات الوراثية . هناك عدد من الاحتياجات التي يجب تلبيتها لكل نظام للتزاوج بهدف الحصول على تقدير غير متحيز للتباين الوراثي . (Baker, 1978) . ان الفشل في تلبية مثل هذه الاحتياجات سيقود الى تقديرات متحيزة للتباين الوراثي . الاحتياج الاول للتصاميم الثنائية الأليل تصميم I والتصميم II هو كون الافراد المقيمة من احد المجتمعات تمثل عينة عشوائية من جميع التراكيب الوراثية الممكنة .

١. تصميم ثنائي الأليل : Diallele design

تشمل المادة الوراثية المقومة في تصميم التزاوج الثنائي الأليل على أفراد تم اختيارها عشوائياً مع مجتمع ما ونسلها الناتج من تهجينات الأفراد في جميع الاتجاهات . وقد تشمل التزاوجات بين الأفراد الهجن المتقابلة Reciprocal crosses والنسل الناتج عن التلقيح الذاتي .

لتحضير المادة الوراثية لهذا التصميم يتم التعرف على مجموعة من الآباء من المجتمع (شكل ٦ - ٤) . يتم التلقيح الذاتي لكل تركيب وراثي لغرض تقويم أداها . يهجن كل تركيب وراثي مع بقية التراكيب الوراثية ويحافظ على بذور كل تهجين بصورة منفصلة . وإذا ما تضمن تصميم ثنائي الأليل على الهجن المتقابلة يستعمل كل تركيب وراثي كأب وكأنثى في كل تزاوج وتحفظ البذور الهجينة من الهجن المتقابلة بشكل منفصل أيضاً .

يتحدد عدد المدخلات التي تقع في تصميم ثنائي الأليل بعدد الآباء التي تم اختيارها من المجتمع . فإذا رمزنا الى عدد الآباء بالرمز (p) فان عدد أزواج التهجينات سيكون : $p(p-1)/2$. وان الهجن المتقابلة ستضاعف عدد التزاوجات ويكون عددها $p(p-1)$. فإذا كان لدينا عدد الآباء (5) فان عدد التزاوجات سيكون $5(5-1)/2 = 10$ والعدد مع الهجن المتقابلة سيكون $5(5-1) = 20$

وعند تقويم التراكيب الوراثية في تصميم ثنائي الأليل فانه يمكن ان تضم أربعة توافقات من التهجينات ونسل التلقيح الذاتي للآباء وهذه التوافقات وهي حسب Griffing (1956)

آ . التهجينات

ب . التهجينات مع نسل التلقيح الذاتي للآباء

ج . التهجينات المتقابلة

د . التهجينات المتقابلة ونسل التلقيح الذاتي للآباء

المجتمع



آباء عشوائية

هجين فردية من تزاوجات متعاقبة أو نسل تلقح ذاتي

	P_1	P_2	P_3
P_1		X	X
P_2			
P_3			

تجيبات فردية نوت تزاوجات متعاقبة

	P_1	P_2	P_3
P_1	-	X	X
P_2	X	-	X
P_3	X	X	-

تزاوجات فردية مع تزاوجات متعاقبة ونسل التلقيح الذاتي

	P_1	P_2	P_3
P_1	⊗	X	X
P_2	X	⊗	X
P_3	X	X	⊗

شكل ٦-٤ : اشتقاق النسل في تصميم التزاوج ثنائي الأليل حيث يتم تزاوج كل أب مع كل من الآباء الأخرى ويمكن تقييم التزاوجات المقابلة والذاتية كذلك.

يوضح الجدول ٦-١ تجزئة التباين الوراثي في التهجين الثنائي الأليل . ويمكن تقسيم التباين بين التهجينات في التصميم على تباين بين العوائل نصف الشقيقة half-sib families وتباين العوائل الشقيقة الكاملة full-sib families وهناك عائلة نصف شقيقة واحدة لكل في أب في تصميم ثنائي الأليل . ويتم إيجاد اداء العوائل نصف الشقيقة باخذ متوسط أداء جميع التهجينات التي يكون فيها احد الآباء مشتركاً . ان التباين بين العوائل نصف الشقيقة في تصميم ثنائي الأليل هو تقدير القدرة العامة على التوافق (GCA) General combining ability . اما العوائل الشقيقة الكاملة فهي تنتج من تزاوج بين كل أبوين ولذلك يكون عدد العوائل الشقيقة الكاملة في التصميم مساوياً لعدد الهجن المفردة التي يتم تكوينها . يستعمل اداء العوائل الشقيقة الكاملة للحصول على تقدير القدرة الخاصة على التوافق specific compining ability (SCA) .

وتعتمد مكونات التباين الوراثي الذي يرافق التباين المشترك covariance للعوائل نصف الشقيقة (COV HS) والعوائل الشقيقة الكاملة (COV FS) على معامل التربية الداخلية (F) inbreeding coefficient للتركيب الوراثية المستعملة كآباء في التهجين الثنائي الأليل . وعندما تكون الآباء بشكل نباتات جيل ثاني (F₂) او سلالات مشتقة منها S₀ (اي قيمة F = 0) فان مكونات التباين الوراثي تكون كما يلي : Fehr, (1987) .

$$COV HS = \frac{1}{4} \sigma_A^2 + \frac{1}{16} \sigma_{AA}^2 + \text{high order additive epist} \quad \dots (14)$$

$$COV FS = \frac{1}{2} \sigma_A^2 + \frac{1}{4} \sigma_D^2 + \frac{1}{4} \sigma_{AA}^2 + \text{other forms of}$$

$$\text{additive and dominant epistasis} \quad \dots (15)$$

وبافترا عدم وجود التفوق فان التباين المشترك لانصاف الاشقاء (COV HS) يضرب في أربعة للحصول على التباين التجميعي أي

$$\sigma_A^2 = 4 COV HS \quad \dots (16)$$

$$\text{ولتقدير التباين السيادي } \sigma_D^2 \text{ نتبع المعادلة (17)} \\ \sigma_D^2 = 4 (COV FS - 2 COV HS) \quad \dots (17)$$

وعندما تكون الآباء سلالات نقية مختارة بشكل عشوائي من المجتمع ($F = 1$) فإن مكونات التباين الوراثي كالآتي :

$$\text{COV HS} = \frac{1}{2} \sigma_A^2 + \frac{1}{4} \sigma_{AA'}^2 + \text{higher orders of additive epistasis ... (18)}$$

$$\text{COV FS} = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_{AA}^2 + \text{higher orders of additive and dominant epistasis ... (19)}$$

وبافتراض عدم وجود تفوق ، يضرب التباين المشترك COV HS باثنين للحصول على التباين التجميعي (σ_A^2) أي :

$$\sigma_A^2 = 2 \text{ COV HS} \quad \dots (20)$$

ولتقدير التباين السياتي (σ_D^2) تتبع المعادلة (21)

$$\sigma_D^2 = \text{COV FS} - 2 \text{ COV HS} \quad \dots (21)$$

التصميم I أو المتداخل : Design I/ (Nested Design)

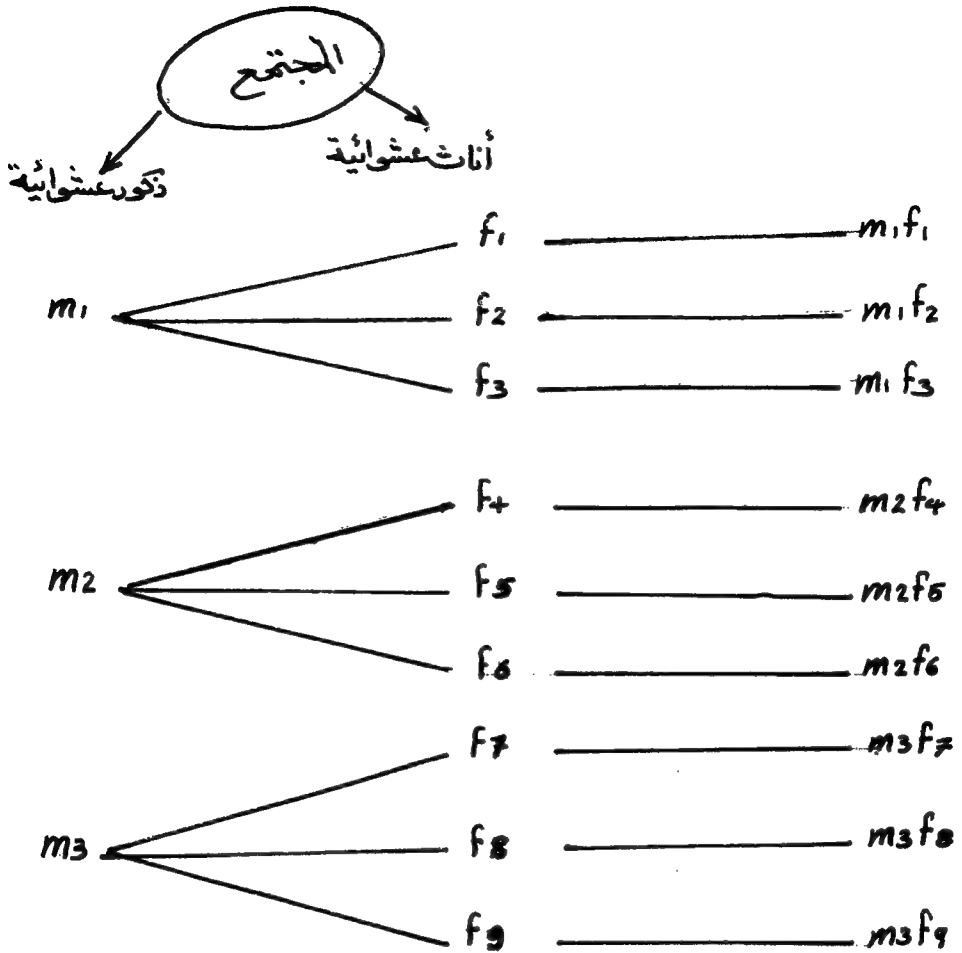
يقسم التباين بين الهجن الفردية على تباين بين الآباء الذكور وتباين بين الاناث (الجدول ٦-٢). معدل المربعات المتوقع لمصادر التغير تشمل التباين المشترك لانصاف الاشقاء (COV HS) والتباين المشترك للأشقاء الكاملة (COV FS). مكونات التباين الوراثي المرافق لهذه التباينات المشتركة واستعمالها للحصول على تقديرات التباين التجميعي (σ_A^2) والسيادي (σ_D^2) مماثلة لتلك التي وصفناها في تصميم الثنائي الأليل (Hallauer and Miranda, 1981).

يمكن تقسيم التباين الوراثي بتصميم التهجين المسمى «التصميم I» أو التصميم المتداخل Nested Design حيث يهجن كل ذكر مع أنثى مختلفة من المجتمع. المادة الوراثية لهذا التصميم تشتمل على تهجينات بين آباء مختارة بشكل عشوائي من المجتمع بعضها يكون ذكورا والبعض الآخر أناثا. يهجن كل نبات ذكر مع عدد متساو من الاناث (شكل ٦-٥). تستعمل مجموعة مختلفة من الاناث لكل ذكر. عدد الهجن الفردية المتكونة من التزاوجات يساوي : عدد الذكور (Pm) X عدد الاناث (Pf) التي هجنت مع كل ذكر. أي $Pm \times P_f$ فإذا كان لدينا ١٠ ذكور هجن كل منها الى خمس اناث فإن عدد الهجن الفردية الواجب تقويمها تساوي ٥٠ هجينا فرديا.

جدول ١-٢. تحليل البيانات لعقيم جدول Design I مع عدم التوزيع وبيان واثمة.
(من Hallauer and Miranda, 1981)

مصادر التباين	درجات حرية	مجموع مربعات	مجموع المربعات المتوقعة	
			كميات ثابتة	البيانات المتوزعة للدرجات
الكرات	$r-1$	Replication	M_3	$V_4^2 r (covFS - covHS) + rf covHS$
الذكور	$m-1$	Males	M_2	$V_4^2 r V_f^2 / m + r V_f^2 m$
انثى/الذكور	$m(f-1)$	Females/Males	M_1	$V_4^2 + r (covFS - covHS)$
خطأ التجريب	$(r-1)(mf-1)$	Error	M_1	V^2
المجموع	$rmf-1$	Total		

المعطيات: r و m و f = عدد الكرات، الذكور، وانثى من الذكور على التوالي. $M_1 =$ مجموع مربعات $covFS$ و $covHS$: البيانات المتوزعة على الصفات المدققة والدرجات المكافئة على التوالي.



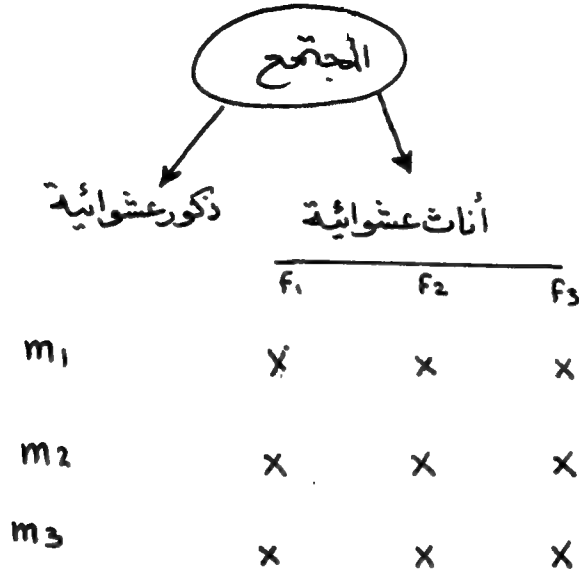
شكل ٦-٥ اشتقاق الأنسال في التصميم I (التداخل) كل ذكر يهجن مع أنثى مختلفة من المجتمع (عن Fehr, 1987).

Design II (Factorial)

التصميم II أو العامل :

التصميم II هو تصميم عاملي حيث تستعمل بعض الآباء من المجتمع ذكوراً والبعض الآخر إناثاً. يهجن كل أب ذكر مع كل أنثى ولكن الآباء الذكور (النباتات المستخدمة كذكور) لا تهجن مع بعضها البعض، وكذلك الآباء الإناث (النباتات المستخدمة كإناث) لا تهجن مع بعضها البعض (الشكل ٦-٦) يكون عدد التهجينات الفردية مساوياً لعدد الآباء الذكور (P_m) مضروباً بعدد الإناث (P_f) أي $P_m * P_f$.

فاذا كان لدينا ثمانية ذكور وست اناث فان عدد الهجن الفردية سيكون ٤٨ والتي تضمها التجربة .



شكل ٦-٦ . اشتقاق الأنسال في التصميم العالمي . هجن كل ذكر الى نفس الأنثى (Fehr, 1987) .

يجزأ التباين بين الهجن الى تباين بين الآباء الذكور وتباين بين الاناث والتداخل للذكور × الاناث (جدول ٦-٣) . يرمز للتباين المشترك للعوائل نصف الشقيقة COV HS_m عندما يكون الأب الذكر مشتركاً في جميع التهجينات . و COV HS_f عندما تشترك الانثى في جميع التهجينات . وتكون مكونات التباين الوراثي المرافقة للتباينات المشتركة متماثلة في الحالتين . عندما تكون الآباء غير أصيلة (F = 0) فإن :

$$COV HS_m \text{ or } COV HS_f = \frac{1}{4} \sigma_A^2 + \frac{1}{16} \sigma_{AA}^2 + \text{other forms of}$$

additive epistssis

... (22)

جوردن ٢٠١٠ . تحليل بيانات تصميم الثاني Design II من تصميم التتابع في بيئات زمنية .
(من 1981 Hallauer and Miranda)

مصادر التباين		دجات حرة	سلالات	تكرارات التباين	مصادر التباين
الذكور	Males	m-1	M ₄	$\sigma^2 + r\sigma^2 f_m + rf\sigma^2 m$	$\sigma^2 + r(\text{Cov FS} - \text{Cov HSF} - \text{Cov HSm}) + r\sigma^2 f_m$
انثى	Females	f-1	M ₃	$\sigma^2 + r\sigma^2 f_m + r\sigma^2 f$	$\sigma^2 + r(\text{Cov FS} - \text{Cov HSF} - \text{Cov HSm}) + r\sigma^2 f$
خطأ تجريبي	Error	(m-1)(f-1)	M ₂	$\sigma^2 + r\sigma^2 f_m$	$\sigma^2 + r(\text{Cov FS} - \text{Cov HSF} - \text{Cov HSm})$
المجموع	Total	rmf-1	M ₁	σ^2	σ^2

المعطيات: r و m و f = عدد الذكور في كل سلالة ، M = ست التباين ، Cov FS و Cov HS = التباين المشترك
لدرجات التباين الخاصة بالصفات المدققة والصفات المتكررة .

وعندما تكون الآباء أصيلة ($F = 1$) فإن :

$$\text{COV HS}_m \text{ or COV HS}_f = \frac{1}{2} \sigma_A^2 + \frac{1}{4} \sigma_{A.A}^2 + \text{other forms of}$$

additive epistasis

... (23)

فصل التغيرات المشتركة للعوائل نصف الشقيقة للآباء الذكور والاناث يعطي تقديرات منفصلة للتباين التجميعي σ_A^2 . نحصل على التباين السيادي (σ_D^2) من العلاقة الآتية :

$$\sigma_D^2 = \text{COV FS} - (\text{COV HS}_m + \text{COV HS}_f) \quad \dots (24)$$

Heritability

معامل التوريث :

رأينا ان التباين الكلي في المجتمع ناتج عن توافقات التأثير الوراثي والبيئي . ومن المهم جداً في برامج التربية معرفة مقدار التباين لكل من هذين المصدرين لأهمية مقدار التباين الوراثي في الحصول على التحسين الوراثي المطلوب للنبات حيث ان مدى تأثير الانتخاب للصفة ، يعتمد على الأهمية النسبية للعوامل الوراثية وغير الوراثية في التعبير عن الاختلافات المظهرية . بين التراكيب الوراثية في المجتمع وهو مفهوم معامل التوريث Heritability . ان لمعامل التوريث دوراً رئيساً في اختيار الطرق الملائمة لتحسين المجتمع أو التربية الداخلية وغيرها من نواحي الانتخاب . ان انتخاب النبات الفردي قد يكون مؤثراً في الصفات ذات معامل التوريث العالي ولكنه غير مؤثر في الصفات ذات قوة التوريث الواطئة . ان مدى تكرار الاختبار للمتخبات يعتمد على معامل توريث الصفة .

يعرف معامل التوريث (σ_h^2) بنسبة التباين الوراثي (σ_g^2) الى التباين المظهري σ_p^2 أي :

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_p^2} \quad \dots (25)$$

ويمكن تجزئة التباين المظهري σ_p^2 الى :

$$\sigma_p^2 = \sigma_G^2 + \sigma_{GE}^2 + \sigma_E^2 \quad \dots (26)$$

حيث σ_E^2 يعبر عن التباين البيئي و σ_{GE}^2 عن تباين التداخل الوراثي البيئي.

ينتج التباين البيئي σ_E^2 من قياس الاختلافات بين المظاهر والناتج عن القفل في معاملة كل تركيب وراثي متماثل ويصطلح بتسميته بالخطأ التجريبي أو التباين البيئي. أما تباين التداخل σ_{GE}^2 فيعبر عن الاختلافات المظهرية المسببة عن التداخل الوراثي البيئي الناتجة عن فشل التراكيب الوراثية في الاداء المتساوي نسبة لبعضها البعض عندما يتم تقويمها في مواقع مختلفة أو سنوات مختلفة أي أن :

$$\sigma_{GE}^2 = \sigma_{GL}^2 + \sigma_{GY}^2 + \sigma_{GLy}^2 \quad \dots (27)$$

حيث :

$$\begin{aligned} \sigma_{GL}^2 &= \text{تداخل التركيب الوراثي} \times \text{المواقع} \\ \sigma_{GY}^2 &= \text{تداخل التركيب الوراثي} \times \text{السنوات} \\ \sigma_{GLy}^2 &= \text{تداخل التركيب الوراثي} \times \text{المواقع} \times \text{السنوات} \end{aligned}$$

يضم معامل التوريث بالمعنى العام (h^2_{bs}) Broad Sense Heritability جميع أشكال الفعل الجيني، السيادة (σ_D^2)، التجميعي (σ_A^2) والتفوق (σ_I^2). قيمة معامل التوريث تتراوح بين واحد حيث يكون جميع التباين وراثيا الى صفر حيث يكون جميع التباين ناتجا عن تأثير البيئة. معاملات التوريث الحقيقية تقع بين هذا المدى أي بين صفر- ١.

$$h_{bs}^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2}{\sigma_p^2} \quad \dots (28)$$

أما معامل التوريث بالمعنى الخاص $h^2_{n.s.}$ narrow sense heritability فهو نسبة التباين الوراثي التجميعي σ_D^2 الى التباين المظهري σ_p^2 أي :

$$h_{n.s.}^2 = \frac{\sigma_D^2}{\sigma_p^2} \quad \dots (29)$$

ان معامل التوريث بالمعنى الخاص أكثر فائدة بسبب قياسه الأهمية النسبية للتباين التجميعي الذي يمكن توريثه للجيل التالي للنسل . ان هذه الناحية مهمة عندما يستعمل معامل التوريث لتخمين الحاصل المتوقع من الانتخاب لصفة معينة .

تتأثر تقديرات معامل التوريث بمقدار التباين الوراثي الموجود للصفة في المجتمع المدروس . ان عدد والاختلاف الوراثي للآباء المستعملة لتكوين المجتمع له علاقة مباشرة بكمية التباين الوراثي الموجود . يتوقع من المجتمع المشتق من التهجينات بين آباء مختلفة أن يحتوي على تباين وراثي أكبر من المجتمع المشتق من آباء قليلة وقرية من بعضها البعض . ان مقدار التلقيح الذاتي في المجتمع سيؤثر في التباين الوراثي بين الأفراد . وكلما ازداد مستوى التربية الداخلية فان مقدار التباين الوراثي بين الأفراد سيزداد . بالنتيجة فان تقدير معامل التوريث المحصل عليه من تقويم نباتات الجيل الثاني (F_2) يختلف عن التقديرات المحصل عليها من الجيل الرابع (F_4) ، (Fehr, 1987) ،

طرق تقدير معاملات التوريث :

يمكن حساب معامل التوريث للصفة بعدد من الطرق وان القيم المحصل عليها يمكن ان تتغير بعض الشيء . وهذه الطرق كما يلي :

١ - طريقة مكونات التباين : Variance components method

تعطي هذه الطريقة أعلى مرونة في حساب مدى تأثير الطرق المختلفة للانتخاب . على أساس مكونات التباين المحصل عليها من طرق تحليل التباين (جدول ٦ - ٤) . يمكن استعمال مكونات التباين لحساب معاملات التوريث على أساس قياسات النبات المفرد أو كمعدل اللوح أو متوسط التركيب الوراثي .

ان حساب معامل التوريث بالمعنى الضيق يتطلب تقدير التباين الوراثي التجميعي في المجتمع . ويمكن استعمال تصاميم التهجين التي ذكرت آنفا في الحصول على مثل هذه التقديرات مثل تصميم I وتصميم II وتصميم ثنائي الأليل .

جدول ٦-٤ معادلات حساب معاملات التوريث (h^2) بطريقة مكونات التباين
ودبيع ومعدلات انتجابية مختلفة .

١ - معامل التوريث المحسوب على أساس النبات الواحد عندما يستند الانتخاب على بيانات من
الجميع الذي لم يقسم على الواح أو بلوكات .

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_w^2 + \sigma^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2}$$

٢ - معامل التوريث المحسوب على أساس النبات الواحد عندما يستند الانتخاب إلى مقارنة النباتات ضمن
اللوحة . تستخدم المعادلة أيضاً في حالة تقسيم نباتات الجميع إلى بلوكات أو تقسيم شبكي grid
ومقارنة النباتات ضمن البلوكات الواحد مع بعضها البعض دون المدخلات إلى أداء النباتات في
بقية البلوكات .

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_w^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2}$$

٣ - معامل التوريث على أساس اللوح :-

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_w/n + \sigma^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_e^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2}$$

٤ - معامل التوريث على أساس معدل السلالة entry-mean

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_e^2/rt + \sigma_{ge}^2/t + \sigma_g^2}$$

المصطلحات : h^2 = معامل التوريث ، σ_w^2 = التباين الوراثي ، σ^2 = تباين بين النباتات ضمن
اللوحة ، σ^2 = تباين بين اللوحات أو البلوكات ، σ_e^2 = الخطأ التجريبي
 σ_{ge}^2 = التداخل الوراثي البيئي .
 n = عدد النباتات ضمن اللوح أو البلوك ، 2 = عدد الكرات .
 t = عدد البيئات ضمن الاختبار .

٢- طريقة الانحدار النسل على الآباء :

Parent – offspring Regression

تستعمل طريقة الانحدار الخطي لاداء النسل على آداء الآباء كطريقة لتقدير- معامل التوريث (Lush, 1940). نموذج الانحدار الخطي كما يلي :

$$Y_i = a + bX_i + c_i \quad \dots (30)$$

$$\begin{aligned} \text{حيث ان : } Y_i &= \text{آداء نسل الأب } i \\ a &= \text{معدل آداء جميع الآباء المستعملة} \\ b &= \text{معامل الانحدار الخطي} \\ X_i &= \text{آداء الأب } i \\ c_i &= \text{الخطأ التجريبي المرافق مع قياسات } X_i \end{aligned}$$

في أنواع النباتات فان كلمة الأب Parent تعني نبات أو سلالة عشوائية من المجتمع ، أما النسل فهو اما نصف- شقيق أو نسل تلقيح ذاتي . كذلك يمكن استعمال انحدار متوسط الآباء- نسل mid – parent – offspring regression الذي يعبر عن العلاقة بين متوسط آداء الأبوين ونسل الاشقاء الكاملة .

تعتمد علاقة معامل الانحدار مع معامل التوريث على شكل النسل الذي يتم تقويمه . كذلك فإن شكل النسل يحدد ان كان معامل التوريث بالمعنى الواسع أو الضيق . ولتوضيح ذلك لنأخذ تقويم نباتات الجيل الثاني F_2 من مجتمع تزاوج أفراد عشوائيا من دون تربية داخلية . في البداية يتم تقويم نسل أنصاف الاشقاء ، لنباتات الجيل الثاني . نحصل على بذور أنصاف الاشقاء من تزاوج نباتات الجيل الثاني (الأب) الى عينة عشوائية من نباتات الجيل الثاني في المجتمع . ان قيمة معامل الانحدار (b) التي نحصل عليها من انحدار نسل أنصاف الاشقاء يساوى $\frac{1}{4}$ معامل التوريث . تضرب قيمة معامل الانحدار في ٢ للحصول على تقدير معامل التوريث أي : $h^2 = 2b$ معادلة معامل الانحدار الخطي (b) هي كالآتي :

$$b = \sigma_{xy} / \sigma_x^2 \quad \dots (31)$$

$$\begin{aligned} \text{حيث : } \sigma_{xy} &= \text{التباين المشترك بين الآباء (x) والنسل (y)} \\ \sigma_x^2 &= \text{التباين المظهري بين الآباء.} \end{aligned}$$

ان العلاقة الوراثية المعروفة بالتباين المشترك يحدد فيما اذا كان البسط يشمل على التباين الوراثي التجميعي فقط بالنسبة لمعامل التوريث بالمعنى الضيق . أو (أشكال اخرى للتباين الوراثي بالنسبة لمعامل التوريث بالمعنى الواسع . ان التباين المشترك للنسل نصف الشقيق على اباها يشمل على التباين التجميعي وأشكال من تداخل التجميعي مع التفوق ولكن لا توجد سيادة . يمكن عدّ معامل التوريث بالمعنى الضيق في هذه الحالة مالم يكن التباين التجميعي - التفوقي مهما .

الشكل الثاني من النسل الذي نحصل عليه من الجيل الثاني وهو نسل التلقيح الذاتي . يتم قياس الصفة على نباتات عشوائية من الجيل الثاني ثم نحصل على البذور من التلقيح الذاتي لكل من هذه النباتات ثم نقوم للنسل للصفة المدروسة . جميع الأليلات في النسل تم الحصول عليها من الأب . في هذه الحالة فان قيمة معامل الانحدار (b) الناتجة من انحدار - الأب - النسل مساوية لمعامل التوريث أي $b = h^2$. ان مكونات التباين الوراثي المعروفة بالتباين المشترك للأب - النسل في هذه الحالة تشمل على التباين التجميعي ، السيادة والتفوقي لذا يكون معامل التوريث بالمعنى الواسع في هذه الحالة .

هناك شكل آخر من النسل وهو نسل الاشقاء الكاملة الذي نحصل عليه من تزاوج اثنين من نباتات الجيل الثاني عشوائيا . تقاس الصفة على نباتات الجيل الثاني ونجد المتوسط أو قيمة متوسط الآباء . بعد ذلك يتم إيجاد معامل الانحدار لنسل الاشقاء الكاملة الذي نحصل عليه من تزاوج الأبوين ويكون معامل الانحدار مساويا لمعامل التوريث $b = h^2$. ويشمل التباين الوراثي المشترك اشكالا من التباين التجميعي والتجميعي التفوقي لذلك نحصل على معامل التوريث بالمعنى الضيق عندما يكون التباين المشترك - التجميعي التفوقي غير مهم .

هناك عدد من الفرضيات التي تستند اليها انحدار الأب - النسل وهي :

- آ . توريث الصفة المدروسة بشكل ثنائي ومندلي .
- ب . التزاوج العشوائي بين الآباء .
- ج . المجتمع متوازن من ناحية الارتباط او لا يوجد ارتباط بين المواقع المؤثرة في الصفة .
- د . الآباء ليست سلالات نقية .
- هـ . لا يوجد ارتباط بيئي بين آداء الآباء والنسل .

ان الفصل في تلبية هذه الفرضيات يسبب تحيزا في تقديرات معامل التوريث . عندما تكون الآباء أصيلة أي inbred يستعمل معامل تصحيح لتقدير معامل التوريث (Smith and Kinman, 1965) . ولايشكل الارتباط البيئي بين آداء الآباء والنسل مشكلة اذا ماتم التوزيع العشوائي الآباء والنسل كمدخلات مستقلة في التجربة . ولايمكن تلبية هذه الفرضية اذا تم تقويم الآباء والنسل في ذات اللوح بدلا من التوزيع العشوائي ضمن المكررات . (Vogel et al, 1980).

٣. الارتباط بين الآباء والنسل :

افترض Frey و Horner (1957) الارتباط بين آداء الآباء ونسلها كطريقة بديلة لانحدار الآباء - النسل لحساب معامل التوريث . فعندما يتم أخذ القياسات على الآباء في موسم والقياسات على النسل في موسم آخر فان الاختلافات الموسمية يمكن ان تؤدي الى مظاهر عديدة بين الآباء وقد تكون أكثر وأقل من تلك الملاحظة في النسل . نتيجة لذلك فان نسب معاملات التوريث بطريقة انحدار الآباء - النسل تصل الى قيم قصوى أكثر من ١٠٠٪ . لازالة مثل هذا التأثير البيئي اقترح استعمال الوحدة القياسية لمعامل التوريث التي نحصل عليها من حساب انحدار الأب - النسل من بيانات مقاسة بوحدة الانحراف القياسي . تعود هذه الطريقة الى نتائج مكافئة للتي تحصل عليها من الارتباط البسيط بين الآباء والنسل .

٤. الطرق غير المباشرة لتقدير التباين البيئي :

افترضت طريقة لحساب معامل التوريث بالمعنى الواسع من قبل Mahmud و Kramer (1951) على اساس النبات المفرد . تشمل الطريقة على قياس الصفة على نباتات F_2 لمجتمع المهجين المفرد وعلى الآباء الأصلية التي استعملت لتكوين المجتمع . المعادلة المستعملة هي :

$$h^2 = \frac{\sigma_{F_2}^2 - \sqrt{(\sigma_{p1}^2)(\sigma_{p2}^2)}}{\sigma_{F_2}^2} \quad \dots (32)$$

حيث : $h^2 = \text{معامل التوريث}$
 $\sigma_{F_2}^2 = \text{التباين المظهري لنباتات الجيل الثاني}$
 $\sigma_{p_1}^2, \sigma_{p_2}^2 = \text{التباينات المظهرية بين نباتات الأبوين}$
 $\sigma_g^2 = \text{لمجتمع الهجين المفرد}$

يحتوي تباين الجيل الثاني $\sigma_{F_2}^2$ على التباين التجميعي والسيادي والتفوقي والتباين الوراثي x البيئة وتباين بيئي (الخطأ التجريبي). يقدر التباين البيئي من التغيرات بين نباتات الآباء النقية والتي تعد متجانسة وراثيا. ان الفرق للتباين بين نباتات الجيل الثاني والمتوسط الهندسي لتباين الآباء يعطي تقديراً للتباين الوراثي (σ_g^2)

يمكن أن يوفر التباين بين نباتات الجيل الاول (F_1) والمتجانسة وراثيا والتي حصلنا عليها من التهجين بين آباء أصيلة تقديراً للتباين البيئي فضلا عما نحصل عليه من الآباء يصبح البسط من المعادلة بالشكل الآتي :

$$\sigma_{F_2}^2 = \frac{3}{4} (\sigma_{p_1}^2) (\sigma_{p_2}^2) (\sigma_{F_1}^2) \quad \dots (33)$$

أحد نقاط الضعف في هذه الطريقة تكمن في كون التباين البيئي لنباتات الجيل الثاني (F_2) لانتكافيء ذلك الموجود بين نباتات الآباء والجيل الاول. وفي الأنواع التي تتعرض الى انخفاض شديد في انتاجيتها عند التربية الداخلية فان النباتات الأصلية الضعيفة يمكن أن تتعرض الى تباين بيئي أكبر مقارنة بنباتات الجيل الثاني القوية. وعندما تكون قوة الهجين Heterosis كبيرة فان نباتات الجيل الأول القوية أقل حساسية للتذبذب البيئي مقارنة بنباتات الجيل الثاني. (Warner, 1952).

5. طريقة التهجين الرجعي : Backcross method

وهي طريقة لتقدير معامل التوريث بالمعنى الضيق على أساس النبات المفرد واستنبطت من قبل Warner (1952). تشمل على اجراء قياسات على نباتات الجيل الثاني من التهجين بين آباء أصيلة ونباتات F_2 من مجتمعات استنبطت بالتهجين الرجعي للتهجين المفردة الى كل من الأبوين الأصليين. المعادلة المستعملة لحساب قوة التوريث هي :

$$h^2 = [2 (\sigma_{F_2}^2 - (\sigma_{B_1}^2 + \sigma_{B_2}^2))] / \sigma_{F_2}^2 \quad \dots (34)$$

حيث : $\sigma_{F_2}^2 = \text{التباين بين نباتات الجيل الثاني للتهجين المفرد}$
 $\sigma_{B_1}^2, \sigma_{B_2}^2 = \text{التباينات بين نباتات } F_2 \text{ من التهجين الرجعي لنباتات}$
 الجيل الأول الى الأب الأول والأب الثاني.

يمثل البسط من المعادلة التباين الوراثي التجميعي و $\sigma_{F_2}^2$ في المقام التباين المظهري بين النباتات .

٦. معامل التوريث المتحقق : Realized Heritability

يمكن تقدير معامل التوريث للصفة عن طريق كمية التحسين الوراثي المتحقق عن طريق الانتخاب ضمن المجتمع (Falconer, 1981). المعادلة العامة كالآتي :

$$h^2 = R / S \quad \dots (35)$$

حيث : $R = \text{الاستجابة المتحققة عن طريق الانتخاب}$.

$S = \text{الفارق الانتخابي Selection differential}$

يمثل الفارق الانتخابي الفرق بين معدل الأفراد المنتخبة من المجتمع والمعدل العام للمجتمع الذي انتخبت منه .

يمكن توضيح الطريقة عند الأخذ بنظر الاعتبار أداء نباتات الجيل الثاني (F_2) ونسلها في الجيل الثالث (F_3). ان معدل أداء جميع نباتات الجيل الثاني يرمز له \bar{X}_{F_2} وان معدل نباتات الجيل الثاني المنتخبة يرمز لها $\bar{X}_{S.F_2}$. الفارق الانتخابي (S) في الجيل الثاني هو :

$$S = \bar{X}_{S.F_2} - \bar{X}_{F_2} \quad \dots (36)$$

ان معدل أداء جميع نسل F_3 من نباتات F_2 يمثل \bar{X}_{F_3} ، ومعدل نسل F_3 من نباتات الجيل الثاني المنتخبة يمثل $\bar{X}_{S.F_3}$. الاستجابة (R) المتحققة من الانتخاب :

$$R = \bar{X}_{S.F_3} - \bar{X}_{F_3} \quad \dots (37)$$

$$h^2 = \frac{\bar{X}_{S.F_3} - \bar{X}_{F_3}}{\bar{X}_{S.F_2} - \bar{X}_{F_2}} \quad \text{يمكن تلخيص معامل التوريث المتحقق بالآتي :} \quad \dots (38)$$

يمكن حساب معامل التوريث المتحقق على أساس قياس النبات المفرد أو حاصل اللوح أو معدل الصنف . وتعتمد قوة التوريث على الوحدة المستعملة للانتخاب . في المثال

السابق فان الانتخاب ضمن نباتات الجيل الثاني تعطي تقدير معامل التوريث على اساس النبات المفرد .

هناك طريقة ثانية لحساب معامل التوريث المتحقق ويشمل الانتخاب ضمن المجتمع على أساس الأفراد ذات القيم العالية والواطة في الصفة المدروسة . يقيم النسل في كل مجموعة على حدة . ويعبر عن معامل التوريث بالفرق بين معدل أداء النسل العالي والواطي مقسوما على الفرق في معدل الآباء . فاذا تم تقويم الجيل الثاني فانه يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية :

$$h^2 = \frac{\bar{X}_{high.F_3} - \bar{X}_{10W.F_3}}{\bar{X}_{high.F_2} - \bar{X}_{10W.F_2}} \quad \dots (39)$$

حيث :

$X_{high F_3}$ = معدل أداء نسل F_3 من نباتات الجيل الثاني المنتخبة في المجموعة العالية

$X_{10W F_3}$ = معدل أداء نسل F_3 من نباتات الجيل الثاني المنتخبة في المجموعة الواطة.

$X_{high F_2}$ = معدل أداء نباتات الجيل الثاني في المجموعة العالية

$X_{10W.F_2}$ = معدل أداء نباتات الجيل الثاني في المجموعة الواطة

وقد ذكر (Falconer 1981) ان معامل التوريث المتحقق قد لا تحقق تقديرا حقيقيا لمعامل التوريث الحقيقي . فالتغيرات التي تحصل للمجتمع والتي ليس لها علاقة بالانتخاب يمكن ان تسبب تحيزا في تقدير معامل التوريث ويمكن ان تشمل تغيرات منتظمة تعود بالاتجاه البيئي أو الانخفاض نتيجة التربية الداخلية أو الاتجاه البيئي أو الجنوح الوراثي العشوائي .

تقويم التراكيب الوراثية الموسع :

يمكن ان يستند الانتخاب بين التراكيب الوراثية لأنواع النبات الى أساس أداء النباتات المفردة او معدل أداء نسل التراكيب الوراثية التي تقيم في مكررا أو أكثر أو مواقع أو سنين . ان معامل التوريث ومدى تأثير الانتخاب هو دالة لمدى التوسع ، في تقويم التركيب الوراثي . يمكن ان تكون معامل التوريث للصفة واطئا نسبياً عندما يتم التقويم على أساس النباتات المفردة ، وتكون عالية نسبياً عندما تنتخب النباتات على أساس معدل نسلها

عندما تختبر في بيئات متعددة. ان أفضل وصف لمعامل توريث الصفة هو الذي يشتمل على معلومات عن مدى التوسع في تقويم التركيب الوراثي.

عادة توصف معامل التوريث على أساس النبات المفرد، اللوح أو معدل المدخلات. يمكن وصف معامل التوريث على أساس النبات المفرد لغرض الانتخاب بين أو ضمن الواح النبات. تختلف درجات التوريث في مداها على عوامل غير التباين الوراثي التجميعي بين التراكيب الوراثية والتي تساهم في التباين المظهري.

تكون معاملات التوريث في أوطأ قيم لها عندما يكون الانتخاب بين النباتات المفردة في المجتمع الذي لم يقسم الى الواح. وعندما تقارن النباتات المفردة ضمن اللوح فان تباين بين الالواح (σ^2) لا يساهم في التباين المظهري. ان التباين المظهري على أساس اللوح يتأثر بعدد النباتات في اللوح ويتم أخذ متوسط القياسات للحصول على قيمة واحدة للصفة. ان أعلى مقدار من التأثير الذي يواجهه المرء على التباين المظهري هو من معامل التوريث على أساس معدل المدخلات entry basis. وهذا يتأثر بعدد النباتات في اللوح عدد المكررات، والمواقع، والسنين التي يتم تقويم التراكيب الوراثية ضمنها.

ان الفصل في تقدير تداخل التراكيب الوراثية \times الموقع (σ_{ge}^2)، التراكيب الوراثية \times السنين (σ_{gy}^2) او تداخل التركيب الوراثي \times المواقع \times السنين (σ_{gey}^2) يمكن ان ينتج عنه المغالاة في تقدير التباين الوراثي ومعامل التوريث للصفة. يمكن فصل التباين الوراثي (σ_g^2) من التداخلات الثلاثة السابقة فقط عندما يتم التقويم في اثنين أو أكثر من المواقع والسنين. فاذا تم تقويم التراكيب الوراثية في موقع واحد وفي سنة واحدة فان التباين الوراثي (σ_g^2) لا يمكن فصله عن التداخلات الثلاثة وان تقدير معاملات التوريث يكون كالاتي :

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_{gy}^2 + \sigma_{gey}^2}{\sigma_p^2}$$

ان تقدير معامل التوريث على أساس بيانات من موقع واحد وستين أو أكثر يكون :

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{ge}^2}{\sigma_p^2}$$

والتقدير على أساس سنة واحدة وموقعين أو أكثر.

$$h^2 = \frac{\frac{\sigma_a^2 + \sigma_{ay}^2}{2}}{\sigma_p^2}$$

إذا كانت التداخلات ضمن التراكيب الوراثية مهمة فإن تقديرات معامل التوريث ستكون مرتفعة عندما تقيم التراكيب الوراثية بأقل من موقعين وستين.

- Baker, R.J. 1978. Issues in Diallel analysis. *Crop Sci.* 18:530—533.
- Falconer, D.S. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*. 2nd. ed. Longman, New York.
- Fehr, W.R. 1987. *Principles of Cultivar development* vol. 1. Mac Millan Publishing Co. New York.
- Frey, K.J. and T. Horner. 1957. Heritability in standard Units. *Agron. J.* 49:59—62.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:464—493.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1981. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State Univ. Press, Ames. Iowa, U.S.A.
- Kempthorne, O. 1957. *An Introduction to genetics statistics*. Wiley, New York. Chapman and Hall, London.
- Lush, J.L. 1940. Intra—Sire correlations or regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics. *Proc. Am. Soc. An. Prod.* 293—301.
- Mahmud, I., and H.H. Kramer. 1951. Segregation for yield, height and maturity following a Soybean Cross. *Agron. J.* 43:605—609.
- Mather, K. and J.L. Jinks. 1977. *Introduction to Biometrical Genetics*. Chapman and Hall London.
- Smith, J.D. and M.L. Kinman. 1965. The Use of parent offspring regression as an estimator of heritability *Crop Sci.* 5:595—596.
- Simmonds, N.W. 1979. *Principles of Crop Improvement* Longman, London and New York. pp 82—89.
- Vogel, K.R., F.A., Haskins and H.D. Gorz. 1980. parent—Progeny regression in Indian grass : inflation of heritability estimates by environmental Covariances. *Crop Sci.* 20:580—582.
- Welsh, J.R. 1981. *Fundamentals of plant Genetics and Breeding*. John Wiley, New York. U.S.A.

الفصل السابع
تربية الطفرات الكروموسومية
Chromosome Breeding

مقدمة
المتضاعفات الحقيقية
المتضاعفات الذاتية
وراثة المتضاعفات الذاتية
استعمالات المتضاعفات الذاتية
المتضاعفات الخلطية
الاستفادة من المتضاعفات الخلطية
احادية المجموعة الكروموسومية
المتضاعفات الناقصة
الحصول على المتضاعفات الناقصة
الأهمية التطبيقية للمتضاعفات الناقصة
المصادر

الفصل السابع تربية الطفرات الكروموسومية Chromosome Breeding

مقدمة :

يمكن ان يؤثر التكوين الكروموسومي لأنواع المحاصيل على طرق التربية التي يمكن أن تستعمل في استنباط الصنف. وتستند مصداقية أنظمة التوريث على عدد واستقرار الكروموسومات. عادة ينظم تضاعف وانقسام وتوزيع الكروموسومات على الخلايا الانقسامين الميوزي والميوزي. ان عدد الكروموسومات ومنشأها يؤثران في مقدار الانخفاض في قوة النمو نتيجة للتربية الداخلية أو شكل الهجين الذي يعطي أعلى قدر من قوة الهجين واستراتيجية التهجين الرجعي ومدى امكانية الحصول على صفات مفيدة من أنواع أخرى.

وقد أشارت الدراسات السيتولوجية الى معلومات غنية عن الاعداد الكروموسومية وتركيبها في النبات والحيوان. يستعمل الجينوم genome كوحدة أساسية لوصف التكوين الكروموسومي للفرد. يؤمن الانقسامين الميوزي والميوزي توريث العدد الكروموسومي للجينوم كمجموعة. ويرمز الى الجينومات المختلفة في مجموعة الأنواع القريبة من بعضها البعض بالرموز مثل A و B و C.. الخ وترمز لعدد الكروموسومات في كل جينوم بالرمز (x).

من ناحية العدد الكروموسومي سنناقش مفهومين. الأول حول مفهوم المتضاعفات الحقيقية Euploidy والذي يعني احتواء الكائن على مجاميع كاملة من الكروموسومات التي أطلقنا عليها الجينوم. تضم هذه المجموعة كائنات تضم مجموعة كروموسومية واحدة (x) monoploid أو ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid (2x) Polypld. أما الكائنات التي لها أكثر من مجموعتين فندعوها بالمتضاعفات التي يمكن ان تكون ثلاثية المجموعة

الكروموسومية Triploid (3x) أو رباعية Tetraploid (4x) أو خماسية Pentaploid (5x) أو سداسية Hexaploid (6x) المتضاعفات أو ان تكون ذاتية التضاعف autopolyploid التي تحتوي على أكثر من مجموعتين من نفس الجينوم. أما المتضاعفات التي تحتوي على أكثر من مجموعتين مختلفتين من الكروموسومات فتدعى بالمتضاعفات الخلطية Allopolyploid وإذا ما أخذنا اثنين من الجينومات (A) و (B) فان المتضاعف الذاتي الرباعي (4x) سيكون اما بتركيب (AA AA) او (BB BB). اما المتضاعف الخلطي الرباعي فستكون له مجموعتان من (A) ومجموعتان من (B) أي تركيبة AA BB.

يرمز لعدد الكروموسومات في الخلية الجسمية Somatic cell بأنها تحتوي على $2n$ من الكروموسومات. الحرف (n) لا يشير الى عدد المجاميع (الجينومات) المختلفة (X) من الكروموسومات، لذلك فمن المفضل استعمال كل من الرموز (X) و (n) عند وصف عدد الكروموسومات في التركيب الوراثي. ففي الخلايا الجسمية للنوع ثنائي المجموعة الكروموسومية diploid يكون $2n = 2x$ وفي الكاميتات تكون $n = x$ في الأنواع سداسية المجموعة الكروموسومية autohexaploid يكون في الخلايا الجسمية $(2n = 6x)$ وفي الكاميتات $(n = 3x)$.

الجدول (٧ - ١) يوضح عدد الكروموسومات وحالة التضاعف الكروموسومي في بعض أنواع المحاصيل الحقلية.

٢- المتضاعفات الحقيقية : Euploidy

كما ذكرنا سابقاً تعرف المتضاعفات الحقيقية بتغاير عدد المجاميع الأساسية من الكروموسومات التي أطلقنا عليها الجينوم. تعني المجموعة الأساسية basic set بأنها تحتوي على أقل عدد من الكروموسومات الموجودة أثناء تطور النوع. فعلى سبيل المثال فان أقل عدد من الكروموسومات الموجودة ضمن جينوم القطن هو ١٣. وهناك سبع كروموسومات في كل جينوم للعديد من الأنواع في العائلة النجيلية مثل الحنطة، والشعير والشوفان والشيلم. في الجنت يحتوي الجينوم على ثماني كروموسومات (جدول ٧ - ١). تنقسم المتضاعفات الحقيقية على شكلين رئيسيين وهما (آ) المتضاعفات الذاتية autopolyploids و ب المتضاعفات الخلطية Allopolyploidy. وفيما يلي وصف لكل من هاتين المجموعتين.

جدول ٧ - ١ : العدد الكروموسومي ومستوى التضاعف في عدد من المحاصيل الحقلية والبستانية.

اسم المحصول	العدد الكروموسومي في X	2n	التضاعف
حنطة الخبز	7	42	6x
حنطة الدورم (المعرونة)	7	28	4x
الشعير	7	14	2x
القطن الاسيوي	13	26	2x
قطن الابلاندا	13	52	4x
التبغ	12	48	4x
الجوت	8	32	4x
الشوفان المزروع	7	42	6x
الباقلاء	6	12	2x
البطاطا	12	48	4x
التفاح	17	34	2x
اللوز	8	16	2x
البرتقال	9	18	2x
الخوخ	8	16	2x
العرووط	17	34	2x
الشليك	7	56	4x
المشمش	8	16	2x

محول عن Welsh, 1981 ص 56.

آ- المتضاعفات الذاتية: (المعقبة)

تحتوي المتضاعفات الذاتية على جينومات متماثلة في تكوينها الكروموسومي. ففي المتضاعف الثلاثي الذاتي autotriploid توجد ثلاثة جينومات ($3x$) وان جميع الجينومات تحتوي على ذات المجموعة الكروموسومية. يمكن ان توجد المتضاعفات الذاتية بشكل طبيعي وتشمل البطاطا، والحب، والقهوة، وفستق الحقل والموز. وللأنواع الرباعية الذاتية autotetraploid مثل البطاطا الميكانيكية التي تشجع تكوين الوحدات الثنائية المجموعة الكروموسومية bivalent خلال الانقسام الميوزي التي تسمح للنباتات في المحافظة على درجة عالية من الخصوبة (Plaisfed, 1980). يمكن انتاج المتضاعفات الذاتية بطريقتين: الاولى: في الطبيعة ويمكن ان تنتج كاميتات دون المرور باختزال العدد الكروموسومي اثناء الانقسام الميوزي. تدعى هذه بالكاميتات غير المختزلة unreduced gametes. وتنتج هذه الكاميتات عن طريق الشذوذ الميوزي حيث يبدأ الانقسام الاختزالي (الانقسام الميوزي الأول) ولكنه يتوقف في اواخر الدور الانفصالي الأول او في مرحلة قبل تكوين الخليتين الجديدتين: والنتيجة الحصول على كاميت تحتوي على العدد الكامل من أزواج الكروموسومات ($2n$). واذا ما أخذ هذا الكاميت مع أحد الكاميتات المنتجة بالانقسام الميوزي الاعتيادي نحصل على لاقحة تحتوي على ثلاث مجاميع كروموسومية.

$$3n \leftarrow In + 2n$$

كاميت غير مختزل كاميت اعتيادي ثلاثي المجموعة الكروموسومية
يمكن الحصول على مستويات اعلى من المتضاعفات الذاتية باعادة تضاعف العدد الكروموسومي ولكن تنشأ صعوبات في حيوية النبات وقوته عند مجاوزة العدد الكروموسومي حداً معيناً. يتفاوت الحد الحرج باختلاف نوع النبات حيث تقاوم بعض الأنواع المتضاعف الذاتي بينما يكون غير مقبول في أنواع اخرى (Welsh, 1981).

الطريقة الثانية لانتاج المتضاعفات الذاتية هي الطريقة الاصطناعية باستعمال بعض المواد الكيميائية او المعاملة بالحرارة او البرودة. من بين المواد الكيميائية الشائعة الاستعمال مادة الكولشيسين Colchicine حيث يستخدم بتركيز واطئة (0.05%) على القمة المرستيمية لاعراض تكوين الألياف المغزلية واكمال الانقسام الخلوي. تحتوي الخلايا للنتيجة على ضعف العدد الكروموسومي، واذا ماتم استخدام المادة الكيميائية لفترة أطول نحصل على اعادة التضاعف الكروموسومي.

هناك عدد من النقاط الواجب مراعاتها عند التفكير بانتاج المتضاعفات سواء الذاتية أو الخلطة ويمكن تلخيصها بما يلي :

Ploidy levels

(١) مستوى التضاعف الجينومي :

يحتمل ان يكون للانواع الحالية المستوى الملائم للتضاعف الجينومي وان أي زيادة في مستوى التضاعف قد يكون مؤذيا للنوع أكثر من فائدته . وقد دلت الأبحاث باستخدام مستويات مختلفة من التضاعف الكروموسومي الا ان زيادة عدد الكروموسومات الى مستوى أعلى من التضاعف السداسي يكون ذا أهمية ضئيلة او لا توجد فائدة على الاطلاق .

(٢) جزء النبات ذي القيمة الاقتصادية :

يمكن ان تسبب المتضاعفات شذوذا في الاقتران الكروموسومي الذي يقود الى انخفاض تكرار الكامينات الحية وانتاج البذور . ان لانتاج المتضاعفات في الأنواع التي تتكاثر خضرية فرصة أوفر للنجاح وخصوصا عندما تكون للأجزاء الخضرية قيمة اقتصادية . ويأتي بالدرجة الثانية الأنواع التي تقسم بقيمة اقتصادية لأجزائها الخضرية ولكنها تتكاثر بالبذور . ان أكبر صعوبة من استعمال المتضاعفات المنتجة في الأنواع التي تزرع تجاريا من أجل بذورها .

(٣) الأهمية الاقتصادية للمحصول :

بالنسبة للمحصول ذي مستوى التضاعف الجديد له نقاط ضعف يجب التغلب عليها قبل ان يصبح مقبولا من الناحية التجارية . فمن الضروري القيام بالتهجين والانتخاب ولعدد من الأجيال حتى يمكن تحديد قيمة التربة . ومن الضروري استثمار المال والوقت الطويل نسبيا قبل ان يكون لمستوى التضاعف الجديد للمحصول متفوقا على النوع المتداول . يمكن بذل مثل هذه الاستثمارات ان كان للمحصول قيمة اقتصادية كامنة كبيرة .

(٤) طول الدورة الانتخائية :

كما ذكرنا ان انتاج المتضاعفات يحتاج الى عدد من الأجيال من التهجين والانتخاب . ان طول الوقت الضروري لاكمال الدورة الانتخائية يحدد عدد السنين المستغرقة قبل ان

يكون الصنف جاهزا للاستعمال . لذلك فان انتاج المتضاعفات أكثر جذبا في المحاصيل الحولية ذات دورات الانتخاب القصيرة مقارنة بالأنواع المعمرة التي يجب زراعتها لعدة سنوات قبل ان يمكن تقويمها .

هناك اثنان من التأثيرات الرئيسة للمتضاعفات الذاتية هي : (١) زيادة حجم اجزاء النبات (٢) نقصان في انتاج البذور . ان زيادة حجم اجزاء النبات ناتج عن زيادة حجم الخلايا . أما انخفاض انتاج البذور فيعود الى نقصان في تكرار الكاميتات الفعالة بسبب شذوذ الاقتران الكروموسومي . ففي الحالة الثنائية يقود الاقتران الكروموسومي Synapsis الى التوزيع المتساوي للكروموسومات على الكاميتات . أما في المتضاعفات الذاتية فتميل الكروموسومات الى الترافق بشكل مجاميع بأكثر من اثنين . فعلى سبيل المثال في المتضاعف الثلاثي الذاتي يمكن ان تقترن الكروموسومات الثلاث بأشكال مختلفة على طولها اثناء الانقسام الميوزي الاول . ورغم أنه ليس أكثر من كروموسومين يقترنان عند كل نقطة ، فان الكروموسومات الثلاث ستكون ضمن معقد الاقتران الكلي . وفي بدء تحركها فان توزيع الكروموسومات الى قطبي الخلية سيحصل بشكل عشوائي . وبحصل نتيجة لذلك أن بعض الكاميتات تستلم أحد الكروموسومات والبعض الآخر يستلم كروموسومين ، وبصورة شاذة جدا لا تستلم بعض الكاميتات أي من الكروموسومات الثلاث . ويحصل الشيء نفسه وفي آن واحد مع بقية الكروموسومات في الجينوم مما يقود الى انتاج كاميتات غير متوازنة ، وعادة لا تعمل هذه الكاميتات بشكل مناسب في عمليتي التلقيح والاختصاص وبذلك تقود الى درجة عالية من العقم .

وراثية المتضاعفات الذاتية :

في المتضاعفات الذاتية نسب انعزال معقدة للأليلات في ذات الموقع الجيني مقارنة بالأفراد الثنائية . عادة يتساوى عدد الأليلات المختلفة التي يمتلكها الفرد للموقع الجيني على الكروموسوم الى مستوى التضاعف في الفرد . ففي المتضاعف الرباعي الذاتي له اربعة أليلات وفي المتضاعف السداسي الذاتي ستة أليلات . ويؤثر التعدد الأليلي هذا في الاستجابة للتلقيح الذاتي او تزواج الاشقاء او التهجين الرجعي وغيرها من طرق التربية . ويمكن فهم هذه الاستجابة من حالة انعزال الأليلات في موقع واحد لمتضاعف رباعي ذاتي .

يمكن الحصول على خمسة تراكيب وراثية للمتضاعف الرباعي الذاتي ويمكن تعريف هذه التراكيب الوراثية على أساس عدد الأليلات السائدة (A) أو المتنحية (a) الموجودة في التركيب .

وعندما لا يوجد أليل في التركيب الوراثي تدعوه ب Nulliplex ، يوجد أليل سائد واحد في التركيب Simplex واثنان من الأليلات السائدة في التركيب Duplex وثلاثة أليلات سائدة في التركيب Triplex وأربعة أليلات سائدة في التركيب Quadriplex وكما يلي :

اسم التركيب	التركيب الوراثي
Nulliplex	aaaa
Simplex	Aaaa
Duplex	AA aa
Triplex	AAAa
Quadriplex	AAAA

وقد ذكر Busbice and Wilsie (1966) طريقة أخرى لتعريف التراكيب الوراثية الخمسة للموقع الجيني . يرمز لهذه الأليلات الأربعة ب a و b و c و d لتجنب الترميز المشترك مع السيادة . وهذه التراكيب كما يلي :

اسم التركيب	وصف التركيب الوراثي	أمثلة
Nulliplex	يوجد أليل واحد فقط	aaaa bbbb
Simplex	يوجد أليل واحد بثلاث نسخ وأليل بنسخة واحدة	aaab abbb
Duplex	اثنان من الأليلات كل منها بنسختين	aabb bbcc
Trigenic	أحد الأليلات بنسختين مع اليلين مختلفين كل منها بنسخة واحدة	aabc bbcd
Tetragenic	أربعة أليلات مختلفة	abcd

نحصل على تداخل بين وضمن الأليلات اذا كان لدينا أربعة أليلات للموقع في المتضاعف الرباعي . يقال للتداخل ضمن الأليلات بين أليلين مختلفين بتداخل الدرجة الاولى ، First – order interaction ، وبين ثلاثة أليلات بتداخل الدرجة الثانية – Second order interaction وبين الأليلات الأربعة بتداخل الدرجة الثالثة Third – order interaction

الكاميتات التي نحصل عليها من المتضاعفات الرباعية تكون بشكل (2X) dihaploid ويتراوح عدد الكاميتات المختلفة والتي نحصل عليها من التركيب الوراثي للمتضاعف الرباعي من واحد في التركيب nulliplex الى ستة في التركيب tetragenic وكما يلي :

التركيب الوراثي	أشكال الكاميتات
(aaaa) Nulliplex	aa
(aaab) Simplex	ab + aa
(aabb) Duplex	bb + 4ab + aa
(aabc) Trigenic	bc + 2ac + 2ab + aa
(abcd) Tetragenic	cd + bd + bc + ad + ac + ab

ويكون عدد التراكيب الوراثية التي نحصل عليها في جيل التلقيح الذاتي الأول (S_1) الذي نحصل عليه من S_0 مساويا الى مربع الأشكال الكاميتية السابقة وكما يلي :

نبات S_0	التركيب الوراثية في S_1
$aaa \leftarrow (aa)^2$ جميعها من نوع nulliplex	
$aaab \leftarrow (ab + aa)^2$	$\frac{1}{4}$ duplex + $\frac{1}{2}$ Simplex + $\frac{1}{4}$ nulliplex
$aabb \leftarrow (aa + 4ab + bb)^2$	$\frac{1}{2}$ duplex + $\frac{4}{9}$ Simplex + $\frac{1}{18}$ nulliplex
$aabc \leftarrow (aa + 2ab + 2ac + bc)^2$	
$abcd \leftarrow (ab + ac + ad + bc + bd + cd)^2$	$\frac{1}{2}$ trigenic + $\frac{1}{4}$ duplex + $\frac{2}{9}$ trigenic + $\frac{1}{6}$ duplex
	$\frac{1}{6}$ tetragenic + $\frac{2}{3}$ trigenic + $\frac{1}{6}$ duplex

Fehr (1987)

ان التعبير عن مستوى قوة الهجين heterosis والانخفاض نتجية التربية الداخلية في المتضاعف الرباعي الخلطي يعود الى التداخل ضمن الأليات والذي يمكن حصوله .

استعمالات المتضاعفات الذاتية :

ان استعمالات المتضاعفات الذاتية في انتاج المحاصيل محدودة رغم الحقيقة في كونها درست في كل محصول رئيس وأغلب المحاصيل الثانوية . السبب الرئيس للفشل هو انخفاض انتاج البذور . ان أغلب الأنواع التي يمكن ان تستفيد من الزيادة في حجم النبات هي تلك التي تزرع من أجل اجزاءها الخضرية مثل جذور البنجر السكري اوالعلف من البرسيم الأحمر red clover . وحتى في هذه الأنواع فان الفشل في الحصول على كمية مناسبة من البذور وبأسعار معقولة للزراعة التجارية يعد من العقبات الرئيسة . فعلى سبيل المثال في البرسيم الأحمر يكون المتضاعف الرباعي الذاتي متفوقا في حاصل العلف مقارنة بالانواع الثنائية في بعض الاقطار ولكنه يستعمل على نطاق محدود وذلك

لارتفاع اسعار بذور الأنواع الرباعية . وفي العنب للأنواع الرباعية حجم أكبر للثمار مقارنة بالثنائيات ولكنها لا تزور بسبب الشذوذ في عقد الثمار. استعملت المتضاعفات الذاتية الثلاثية autotriploidy في بعض الأنواع مثل الرقي عديم البذور على العموم فان انتاج الرقي الثلاثي المتضاعف مكلف ومبرر فقط في المحاصيل التي يكون للثمار المفردة قيمة اقتصادية عالية .

* في الشيلم تم انتاج الصنف الرباعي الذاتي Tetrapetkus في أوروبا وزرع في مساحات لا بأس بها في الولايات المتحدة وكندا . وبالنسبة للرقي عديم البذور فانه ينتج بالطريقة التالية :

(١) الرقي الثنائي diploid ^{المعاملة} بالكولشييسين الرقي الرباعي الذاتي autotetraploid
(٢) (الرقي الرباعي الذاتي) × (الرقي الثنائي) ← الرقي الثلاثي الذاتي

ينتج الرقي الثلاثي الذاتي كاميتات شاذة وعادة نحصل على ثمار عديمة البذور عندما تلقح النباتات الثلاثية بالنوع الثنائي . وتم تسويق الرقي عديم البذور تجارياً في اليابان . كذلك تم استخدام الرباعيات الذاتية لانتاج الثمار الكبيرة في نباتات الفاكهة والزينة وكما اوردنا سابقاً فإن هذا مفيد خصوصاً في النباتات التي يمكن اكثارها خضرياً بحيث لا توجد ضرورة لتوريث الشذوذ الكروموسومي من خلال الكاميتات لغرض الانتاج التجاري

ب - المتضاعفات الخلطية : Allopolyploidy

تحتوي المتضاعفات الخلطية على جينومات من أجناس او أنواع ثانوية مختلفة . ونحصل على هذه الاشكال من المتضاعفات من التزاوج بين النوعين اللذين لهما جينومات مختلفة ويعقب ذلك مضاعفة العدد الكروموسومي للهجين . يقال للمتضاعف الذي يحتوي على كامل المجموعة الكروموسومية لنوعين بـ amphidiploid . ان لهذا النوع من المتضاعفات امكانية كامنة كمصدر لأنواع جديدة من المحاصيل . وعلى الرغم من ذلك فان النجاح الوحيد لمتضاعف من هذا النوع والذي يزرع تجارياً هو القمح الشيلي (X. Triticali) triticosecale الذي جاء من التهجين بين الحنطة Triticum والشيلم secale . وقد ذكر Dewey (1980) أربعة أسباب لقلة النجاح في استنباط أنواع جديدة .

له اختيار غير مناسب للأنواع الأبوية

٢. تباين وراثي غير كاف في المجتمع الأولي للتربية
٣. عدد غير كاف من الدورات الانتخابية قبل استبعاد البرنامج
٤. الفشل في العمل مع مستويات منخفضة من التضاعف

ان اهمية اختيار الأنواع الأبوية الملائمة تكمن في مشكلة عدم اكتمال عقد البذور في المتضاعفات الخلطية ، ومرارا ماتظهر الكروموسومات من أنواع مختلفة بعضا من درجات الاقتران كمتضاعف خلطي من نوع amphidiploid ، ونتاج كامينات غير فعالة تحتوي على عدد كروموسومي أكثر أو أقل من الحالة الاحادية . ان مشكلة انخفاض عقد البذور ذات أهمية أقل في المحاصيل التي تنتج من أجل اجزائها الخضرية .

ويتحدد التباين الوراثي في مجتمعات التربية الاولى بعدد التراكيب الوراثية المستعملة من النوعين المتزاوجين . فن الصعوبة الحصول على بذور الجيل الاول (F_1) من التهجين بين النوعين لانتاج المتضاعف الخلطي وعندما يستخدم عدد قليل من التراكيب الوراثية من النوعين فسيكون التباين الوراثي للمجتمعات الأولية محدودا . ان قلة التباين الوراثي سيحدد من نجاح المتوقع من الانتخاب للصفات المهمة .

يحتاج استنباط الأنواع الجديدة والمقبولة تجاريا الى برامج تربية طويلة الأمد . وعند استنباط القمح الشبلي كان النسل الأولي الناتج من تهجين الحنطة \times الشيلم غير مرغوب فيه بسبب قلة الخصوبة وضمور البذور وساق ضعيف . وكان من الضروري اللجوء الى عدد من دورات التهجين والانتخاب لاستنباط الأصناف الحالية . وهناك احتمال ضعيف للنجاح في تربية المتضاعفات الخلطة اذا ما توقف البرنامج عندما يكون النجاح متوسطا .

ان تهجين الأنواع ذات المستويات المنخفضة للتضاعف يعد العامل الرئيس في النجاح لانتاج المتضاعف الخلطية . ان استعادة درجة ملائمة من الخصوبة يكون أفضل في المتضاعفات الخلطية الرباعية والسداسية مقارنة بالثمانية او المستويات الأعلى .

التمييز الجينومي للأنواع في المتضاعف الخلطي يعتمد على استخدام الحروف الانكليزية الكبيرة . فعلى سبيل المثال في حنطة الخبز ثلاثة جينومات يرمز لها A و B و D . كل جينوم يحتوي على سبعة كروموسومات ، ولكن السبعة كروموسومات في جينوم (A) لاتشبه تلك التي في جينوم (B) أو (D) . وتمثل الحنطة مثلاً تقليديا لتطور سلسلة المتضاعفات الخلطية وقد لخصها (Sears 1974) . فالحنطة المستعملة اليوم في صناعة

الخبز ذات تضاعف سداسي خلطي (6X) Allohexaploid والصيغة الجينومية لها AA BB DD. العدد الكروموسومي يكون $2n=42$ والكاميتي $n=21$. وقد تطور النوع نتيجة التهجين بين الاب الرابعي الخلطي (4X) AA BB مع نجيل ثنائي بري يحمل الجينوم DD. وقد نتج الأب الرابعي الخلطي عن التهجين بين اثنين من الأنواع الثنائية (2X) ذات التكوين الجينومي AA و BB. تشمل مجموعة الرباعيات الخلطية على حنطة المعكرونة ذات الاهمية الكبيرة في صناعة البرغل والمعكرونة والشعرية. وقد حددت الأجداد التي أعطت الجينومات (A) و (D) سايتولوجيا بأنها الحنطة البدائية *Triticum monococcum* والنجيل البري *Triticum tauschii* (كان يعرف سابقا *Aegilops squarrosa*). ولا يزال مصدر جينوم (B) لم يحدد بعد (Welsh, 1981) الشكل ٧ - ١ يوضح اجداد حنطة الخبز.

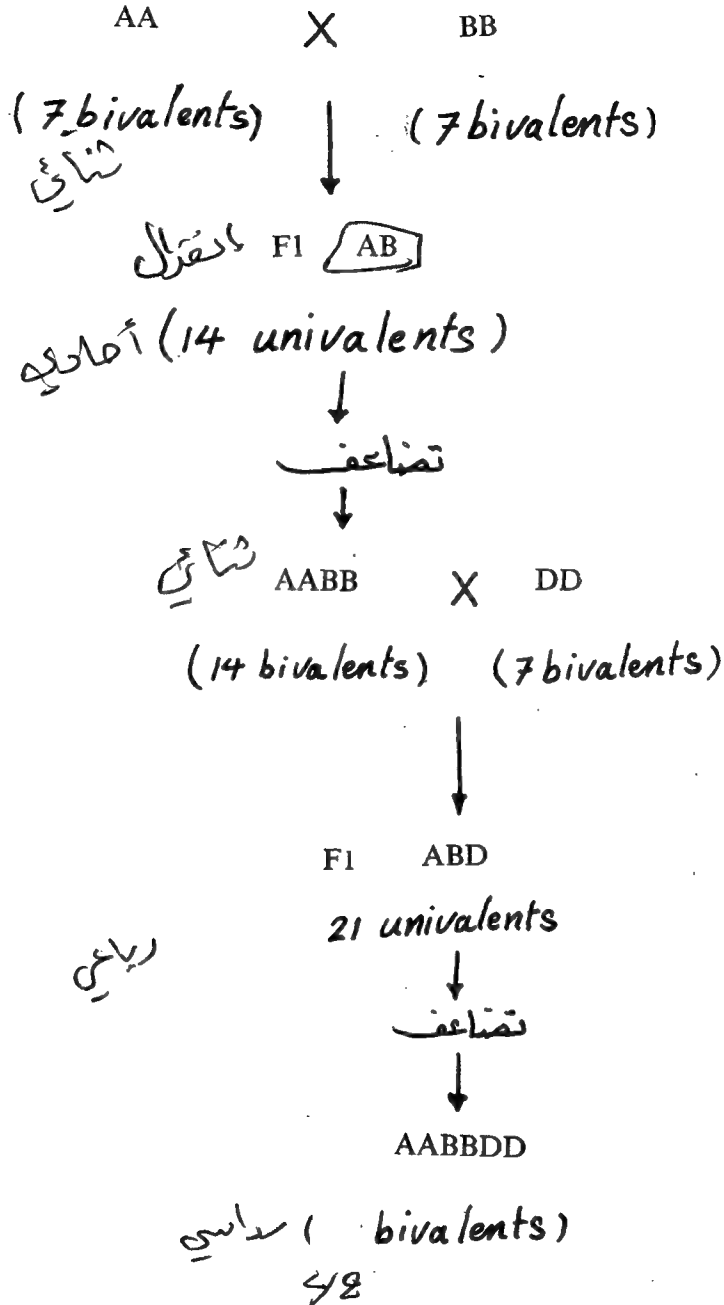


شكل ٧ - ١ حنطة الخبز سداسية التضاعف AABBDD (سنبلة واحدة الى العين) واثنين من سنايل الاب الثاني المجموعة الكروموسومية - الى اليسار (AA) *Triticum monococcum* ، في الوسط *T. speltoides* (يمكن ان تكون مصدر جينوم BB والى العين *Triticum tauschii* (DD). محور عن Welsh, 1981 ص 60.

تنشأ مشكلة سايتولوجية مهمة في التهجينات بين الأنواع. فإذا كانت كروموسومات الجنوم (A) لانتشابه كروموسومات الجنوم (B) فإن الجيل الأول F_1 للهجين $AA \times BB$ سيحتوي على سبعة كروموسومات من (A) وسبعة كروموسومات من (B) ولن يحصل اقتران خلال الانقسام الميوزي. يطلق على الكروموسومات غير المقترنة خلال الانقسام الميوزي مصطلحات وحدة أحادية الكروموسوم univalent، أزواج من وحدات ثنائية الكروموسوم bivalent أو ترفاق ثلاثة كروموسومات بشكل trivalent وهكذا. وحيث أن تكوين الوحدات الثنائية الكروموسوم هو أساس التوزيع الكروموسومي المتساوي على إنتاج الكاميتات الفعالة، فمن الضروري مضاعفة العدد الكروموسومي للجيل الأول (AB). ربما حصل هذا من خلال الكاميتات غير المختزلة الذي نتج عنه التضاعف الخلطي الرباعي $AA \times BB$. وفي هذه الحالة تسير عملية الانقسام الميوزي بشكل اعتيادي لاقتران الـ ١٤ زوجاً من الكروموسومات. واتباع ذات النهج العام في تهجين الأنواع $AABB \times DD$. سيحتوي الهجين الأول على ٢١ وحدة أحادية الكروموسوم Univalent. وإن مضاعفة العدد الكروموسومي للجيل الأول أو إنتاج كاميتات غير مختزلة سينتج ٢١ وحدة ثنائية الكروموسوم bivalent الذي يعطي انقساماً ميوزياً اعتيادياً. الشكل ٧-٢ يوضح تكوين نظام التضاعف على أساس التضاعف الكروموسومي للجيل الأول.

إن دمج اثنين من الأنواع يمثل ابتعاداً واسعاً عن الحالة الوراثية الاعتيادية ويصحبها شذوذ خلال الانقسام الميوزي حتى بعد التضاعف الكروموسومي. وقد استغرقت فترة تطورية طويلة لإنتاج درجة عالية من الخصوبة والاستقرارية في الحنطة الرباعية والسداسية الحديثة، وفي الحقيقة إذا لم نعرف التطور السايولوجي للنوع فإنه لا توجد طريقة لفصل الجينومات وتظهر هذه النباتات بشكل ثنائي مصنوع من جينومات مختلفة وتعمل بشكل ثنائي المجموعة الكروموسومية $diplo$ في اقتران الكروموسومات وحركتها.

إن تحديد آباء التضاعف الحالي يتطلب عدداً من التقويمات والدراسات التي تشمل التماثل المورفولوجي. ويأتي أغلب البيانات المقنعة عادة من الهجن المتتجة اصطناعياً بين التضاعف والأنواع الأبوية المقترحة. فإذا حصل الاقتران في الجيل الأول بين بعض كروموسومات التضاعف والواهب المفترض فمن المحتمل أن يكون الأب الواهب موضوع الدراسة مصدر للجينوم أثناء تطور التضاعف. وإذا لم يحصل اقتران فمن المحتمل أن لا يكون الواهب لا المقترح كأب سلفي لذلك التضاعف. وحتى قياسات الاقتران تترك مجالاً



شكل ٧-٢. تكوين الجينوم وتطور الخطة على أساس التضاعف الكروموسومي لهجين الجيل الأول F_1 .

لصعوبة تفسيرها خصوصا اذا كانت فترة التطور الكروموسومي طويلة وحصل تغيير شكلي منذ بداية تشكيل المتضاعف.

وهناك صعوبة اضافية من حيث ان الاقتران الكروموسومي يحد ذاته تحت السيطرة الوراثية. ففي حالة الخنطة هناك جين على الكروموسوم الخامس في الجينوم (B) هو الجين 5B ينظم عملية الاقتران الكروموسومي بحيث تقترن الكروموسومات المتشابهة homologous chromosomes فقط. وان ازالة الجين (5B) يؤدي الى حصول بعض الاقتران بين الكروموسومات غير المتشابهة nonhomologous chromosome، ان السيطرة الوراثية على الاقتران تعقد ابحاث التطور من جهة ولكنها من ناحية التربية مفيدة جدا من خلال التربية الكروموسومية.

تحتوي العديد من المتضاعفات جينومات تحتوي على بعض الكروموسومات التي تماثل كروموسومات في جينومات اخرى. تدعى مثل هذه الحالات بالمتضاعفات الخلطية الحلقة Segmental allopolyploidy، وهي معقدة جدا في تفسيرها بالنسبة الى الاصل الكروموسومي بسبب وجود بعض الاقتران بين الجينومات. ويحصل الاقتران بين الجينومات نتيجة لوجود كروموسومات تحتوي على حلقات متماثلة. تدعى الكروموسومات ذات التشابه الجزئي بمصطلح homoelogenous. للمزيد من المعلومات والمصطلحات راجع (1949) Stebbins.

الاستفادة من المتضاعفات الخلطية :

يتم مربو النبات في امكانية جمع التباينات الوراثية من أنواع مختلفة واستخدام المتضاعف الخلطي كطريقة للتربية. المثل التقليدي في المحاصيل الحبوبية هو محصول القمح الشيلمي triticale المنتج من التهجين بين الخنطة Triticum والشيلم Tsen (1974) Secale هناك شكلان من القمح الشيلمي. الاول ثنائي المتضاعف octaploid ويحتوي على ستة جينومات من الخنطة واثنين من الشيلم ونحصل عليه من التهجين بين خنطة الخبز $(2n = 6X = 42)$ مع الشيلم الثاني $(2n = 2X = 14)$. الجيل الاول من هذا التهجين له ثلاثة جينومات من الخنطة وجينوم من الشيلم ولا يوجد اقتران كروموسومي بين $(2n = 28)$ كروموسوم يعامل الجيل الاول بعقار الكولشيسين ليحصل لدينا المتضاعف الكروموسومي ولنحصل على نباتات ثمانية المتضاعف $(2n = 8X = 56)$ الشكل الثاني من القمح الشيلمي والأكثر شيوعا هو القمح الشيلمي السداسي ونحصل عليه من

$$\begin{array}{l}
 \text{الجيل 1} \quad 1n = 1X = 7 \\
 \text{الجيل 2} \quad 2n = 2X = 14 \\
 \text{الجيل 3} \quad 6X \rightarrow 3X \\
 \text{الجيل 4} \quad 2n = 2X = 14 \\
 \text{الجيل 5} \quad 7
 \end{array}$$

تهجين حنطة المعكرونة ($2n = 4X = 28$) مع الشيلم الثنائي. وبعد مضاعفة العدد الكروموسومي للجيل الأول نحصل على المتضاعف الخلطي السداسي ($2n = 6X = 42$). وجدت الهجن من كلا النوعين منذ أكثر من ١٠٠ عام. حديثاً تم الحصول على أنماط تبدو مبشرة تحت ظروف الشد البيئي مع خواص تغذوية جيدة عند مقارنتها بالآباء. هذا وقد وجد عدد من الصعوبات عند تطوير القمح الشيلمي فراراً ما يحصل شذوذ في العدد الكروموسومي في النسل مما يؤدي الى درجة عالية من العقم. فضلاً عن فإن حجم البذرة وشكلها يكون رديئاً في العديد من النسل. وتم الحصول على تقدم انتخابي جيد للتغلب على مثل هذه الصعوبات. وعلى العموم فإن الحصول على أنواع جديدة من خلال التضاعف الخلطي يستغرق وقتاً طويلاً وصبراً من قبل المربي. ولهذا السبب لم يستعمل على نطاق واسع في أغلب برامج التربية. في العراق تم ادخال العديد من سلالات القمح الشيلمي وتم التوسع في أحد أصنافها ولكن لم يبدأ أي برنامج لانتاج أصناف جديدة منها عن طريق التهجين بين الحنطة العراقية والشيلم.

احادية المجموعة الكروموسومية: الأحماض البيرية Haploidy

تحتوي النباتات الاحادية على مجموعة كروموسومية واحدة ($1n$). ويمكن التعرف عليها وتمييزها بتكرار واطي في أي من أنواع النبات. في البداية عدت الاحاديات كأحد المستجندات الوراثية التي لها استخدام قليل في برامج التربية. ولكن على أية حال هناك زيادة في الاهتمام بها حديثاً لاستنباطها واستعمالها لسبيين: الأول، أن النباتات الاحادية على كروموسوم واحد من كل من الكروموسومات الموجودة في الثنائي والتي يمكن التعرف عليها مباشرة وتقييم الأليلات المنتجة اما بشكل مباشر او باستحداثها اصطناعياً من دون ان تخفي تحت مظلة الجين السائد على الكروموسوم الشبيه. والأكثر أهمية في التربية ان التضاعف الكروموسومي في الاحاديات يؤدي الى الحصول على ثنائيات أصيلة تماماً دون الانتظار لوقت طويل للحصول عليها من طريق التلقيح الذاتي أو تزاوج الاشقاء والانتخاب لغدة أجيال.

يمكن انتاج الاحاديات عذريا Parthenogenesis في الاناث حيث يتم تنبيه الكامييت غير المحصب أو أي نسيج انثوي احادي للانقسام مايتوزيا. التقنية الشائعة هي وزراعة المتوك androgenesis حيث يمكن انتاج الافراد من تنبيه المتوك أو حبوب اللقاح على الانبات والتطور الى نباتات كاملة. وللحصول على المعلومات التي تخص تغذية وتحضير الأوساط الغذائية راجع (Kasha 1974).

تم الحصول على الأحاديات في عدد من أنواع المحاصيل وتشمل القطن ، والذرة الصفراء ، والبطاطا ، والشعير ، والتبغ ، والبطاطا ، والرز ، والحنطة ، والبيتونيا والجيرانيوم والتوت الأوربي . وقد ساعد استعمال عقار الكولشيسين كثيرا في أعمال الاحاديات . وقد قارن Park وجماعته (1976) أداء ٥٢ سلالة مستنبطة من تضاعف الاحاديات في اثنين من تهجينات الشعير مع سلالات مستنبطة عن طريق تربية النسب او الانحدار من بذرة واحدة في الجيل السادس ووجد تماثل في تكوين المجتمع بالنسبة للتغاير في الحاصل وموعد التزهير وارتفاع النبات في جميع الطرق ، مشيرة الى كون طريقة الاحاديات طريقة سريعة جدا لانتاج مجتمع يمكن استعماله في التربية والانتخاب .

يمكن انتاج التباين الوراثي باستعمال المطفرات على النباتات الاحادية بتعرضها الى المطفرات المعروفة مثل الاشعة السينية . فعلى سبيل المثال فان معاملة حبوب اللقاح وزراعتها بعد ذلك يمكن ان يقود الى ظهور طفرات مباشرة ويمكن تقويمها مباشرة على الاحاديات أو بعد مضاعفة العدد الكروموسومي في النسل .

تواجه التربية عن طريق الاحاديات بعض الصعوبات .

- (١) الحاجة الى التدريب والمهارة في فهم التقنية واستخدامها في انتاج الاحاديات .
- (٢) عدم الاستقرار الكروموسومي خصوصا في المواد المعرضة الى الطفرات يمكن ان يقود الى معدلات منخفضة للنجاح وشدوذ في العدد الكروموسومي aneuploidy .
- (٣) قد يكون عند المرابي تباين طبيعي كافٍ للانتخاب والتقويم من الطرق التقليدية دون اللجوء الى استعمال التقنية .

ففي الذرة الصفراء لا توجد حاجة الى انتاج أصول نقية آنية اذا كانت السلالات الأصلية متوفرة ولم تختبر بدرجة كافية بعد .

Aneuploidy

جـ - المتضاعفات الناقصة :

المتضاعفات الناقصة تمثل تغييرا في العدد الكروموسومي ويشمل فقدان او اكتساب كروموسوم أو عدد قليل من الكروموسومات ولكن ليس جينوما كاملا . ويظهر أن هذه الحالة لم تلعب دورا مهما في تطور النبات كالتى لعبها التضاعف الحقيقي Euploidy ولكن لها استخدامات مهمة لمرابي النبات وعالم الوراثة . الجدول ٦ - ٢ يوضح الأنواع المختلفة من المتضاعفات الناقصة .

يمكن توضيح مفهوم المتضاعفات الناقصة بثلاثة كروموسومات من الأنواع الثنائية . ويمكن الرمز لهذه الكروموسومات بـ AA, BB, CC . ويرمز للأذرع الكروموسومية بالأرقام 1 و 2 . فالرمز 1 - A و 2 - A تمثل ذراعي كروموسوم (A) . يرمز لعدد الكروموسومات في B و A بالأرقام الرومانية وبالشكل الآتي :

I univalent	وحدة احادية الكروموسوم
II bivalent	وحدة ثنائية الكروموسوم
III trivalent	وحدة ثلاثية الكروموسوم
IV quadrivalent	وحدة رباعية الكروموسوم

فعلى سبيل المثال الرمز II 3 يمثل ثلاثة أزواج من الكروموسومات في نبات اعتيادي ثنائي . وإذا رمزنا لتركيبت وراثي III + I + II فهذا يعني ان التركيب له زوج واحد من الكروموسومات + كروموسوماً احادياً + وحدة ثلاثية الكروموسوم .

الكروموسوم الموحود بالزوج الاعتيادي يقال disomic أو حالة (2n) . الاختلافات عن هذه الحالة هي كما يلي :

1. اذا فقد أحد الكروموسومات أي (2n - 1) يقال للتركيب الوراثي بأنه احادي الكروموسوم monosomic أي AA BB CC, A BBCC أو AA BB C .
2. اذا فقد زوج كروموسومي أي (2n - 2) فالحالة nullisomic أو 0 + II 2 ولثلاثة كروموسومات تكون AA CC, AA BB أو BB CC .
3. اذا فقد كروموسوم من كل من زوجين للكروموسومات أي (2n - 1 - 1) فالحالة double monosomic .
4. عندما يضاف كروموسوم اضافي الى الخلية الجسمية أي 2n + 1 فالحالة ثلاثية الأولي Primary trisomic . وأن عدد ثلاثية الكروموسوم في أي نوع يساوي عدد الكروموسومات المختلفة في الجينوم . ثلاثية الكروموسوم الممكنة لثلاثة كروموسومات III + 2II تشمل AA BB CC, AAA BB CC, AA BBB CC ، و AA BB CCC .
5. ثلاثية الكروموسوم المزدوجة Double trisomic لها كروموسوم زائد لكل من اثنين من الكروموسومات في الجينوم اي (2n + 1 + 1) . يمكن تكوين ثلاثية مزدوجة لكل توافق زوجي للكروموسومات المختلفة في النوع . ولثلاثة كروموسومات ، تشمل الثلاثية المزدوجة (II + 2III) على AAA BB CCC, AAA BBB CC و AA BBB CCC .

٦. رباعية الكروموسوم tetrasomic لها اثنان من الكروموسومات الزائدة لأحد أعضاء الجينوم أي $(2n + 2)$. لرباعية الكروموسوم المختلفة $(2II + IV)$ لكل كروموسوم في الجينوم أي $AA BB BB CC$, $AAA BB CC$ و $AA BB BB CC$.
٧. متعددة الكروموسومات polysomics في الحالة التي يوجد فيها أكثر من كروموسومين زائدين لأحد أعضاء الجينوم مثلاً خماسية الكروموسوم $(2n + 3)$ Pentasomic أو سداسية الكروموسوم $2n + 4$ hexasomic وهكذا.
٨. ثلاثية الكروموسوم الثانوية Secondary trisomics لها كروموسوم اضافي متساوي الأذرع Isochromosome بالصيغة $2n + \text{isochromosome}$ للكروموسوم من هذا النوع ذراعان متماثلان. ان عدد هذا النوع من المتضاعفات يساوي عدد الأذرع الكروموسومية المختلفة في الجينوم.

الحصول على المتضاعفات الناقصة :

يمكن أن تنشأ المتضاعفات الناقصة ذاتياً كنتيجة لكاميتات استلمت عدداً كروموسومياً أقل من العدد الاعتيادي. يمكن انتاج كاميتات غير مختزلة جزئياً اذا حصل عدم انفصال في واحد او عدد قليل من الأزواج الكروموسومية اثناء دور الانفصال الأول من الانقسام الميوزي. ولا يعرف سبب عدم الانفصال هذا ، ولكن يمكن حصوله في الطبيعة بتكرار واطي. يكون للكاميتات الناتجة كروموسوماً زائداً أو انها تفقد كروموسوماً. الطريقة الثانية للحصول على المتضاعفات من خلال شذوذ عملية الانقسام الميوزي في النباتات الثلاثية التضاعف حيث يكون الاقتران الكروموسومي وحركته شاذة. كذلك يمكن تلقيح النباتات الأحادية Haploid بحبوب لقاح اعتيادية ويمكن ان تقود الى الحصول على المتضاعفات الناقصة.

الأهمية التطبيقية للمتضاعفات الناقصة :

للمتضاعفات الناقصة أهمية كبيرة جداً في تعيين مواقع الجينات على الكروموسومات وفهم نشاطات الجين. وقد جرت دراسات موسعة في هذا الصدد على أنواع عديدة من نباتات المحاصيل منها الحنطة ، والشعير ، والرز ، والقطن ، والتبغ والبطاطة .

ولتمييز الكروموسوم الحامل لجين معين نأخذ المثل التالي :

لنفرض أن لدينا مجموعة من النباتات الثنائية الكاملة disomic لها جين ساكد أصيل بأليلين (AA). فضلاً عن ذلك تتوفر أصول وراثية لهذا النوع فاقدة لزوج كروموسومي

References

مصادر الفصل السابع

- Busbice, T.H. and C.P. Wilsie. 1966. Inbreeding depression and heterosis in autotetraploids with applications to *Medicago sativa* L. *Euphytica* 15:52–67.
- Dewey, D.R. 1980. Some applications and misapplication of induced polyploidy to plant breeding. pp 445–470. In W.H. Lewis ed. *Polyploidy*. Plenum Press. New York.
- Fehr, W.R. 1987. *Principles of Cultivar Development* vol. I. Mcmillan Publishg Co. New York.
- Kasha, K.J. 1974. Haploids in higher plants, advances and potentials. Univ. of Guelph, Ontario, Canada.
- Park, S.J., E.J. Walsh, E. Reinbergs, L.S.P. Song, and K.J. Kasha. 1976. Field Performance of doubled haploid barley lines in comparison with lines developed by The pedigree and Single seed descent methods. *Can. Jour. Plant. Sci.* 56:467–474.
- Plaisted, R.L. 1980. Potato. In W.R. Fehr and H.H. Haldley (eds.) *Hybridization of crop plant*. American Society of Agronomy, Madison, Wis. pp 483–494.
- Scars, E.R. 1974. The wheat and their relatives. pp 59–91 in R.C. King (ed.) *Handbook of Genetics*. vol. 2. Plenum Press. New York. U.S.A.
- Stebbins, G.L. 1949. Types of polyploids, their classification and Significance. *Adv. in Gen.* 1:403–409.
- Tsen, C.C. 1974. *Triticale : First man-made-cereal* Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul. Minn.
- Welsh, J.R. 1981. *Fundamentals of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley and Sons. New York, U.S.A. pp 55–67.

الفصل الثامن
تربية الطفرات الجينية
Gene Mutation Breeding

مقدمة

مصادر الطفرات

الاشعاع

الطفرات الكيميائية

استخدام الطفرات في المحاصيل التي تتكاثر جنسياً

طرق التربية

طرق التربية من الجيل الطفوري الأول

طريقة النسب

طريقة التجميع

طريقة الانحدار من بذرة واحدة

المصادر

الفصل الثامن

تربية الطفرات الجينية

Gene Mutation Breeding

مقدمة :

تعد الطفرات المصدر الوحيد للاختلافات الأليلية في المجتمع حيث أنها المادة الخام للتركيب الوراثية البديلة . ان وجود هذه التغيرات ضروري جدا لتحسين المحصول في أية صفة من الصفات . والطفرات يمكن ان تنشأ ذاتياً أو يمكن إحداثها صناعياً وتعد من المصادر المفيدة للتغيرات الوراثية التي يحتاجها مربو النبات . الطفرات النقطية Point mutation عبارة عن تغيرات في توالي النيوكليوتيدات للمادة الوراثية DNA الكروموسومي التي تقود الى تغيرات في تكوين البروتينات الأنزيمية . ان أغلب التغيرات الشائعة هو تعويض عن أحد النيوكليوتايد محل آخر خلال عملية التكرار .

وقد استعملت تربية الطفرات لاستنباط الأصناف المحسنة للعديد من المحاصيل ، التي شملت حنطة الخبز ، وحنطة المعكرونة ، والشعير ، والرز ، وفول الصويا ، والشوفان ، والبرسيم ، والفاصوليا بأنواعها ، والبرزاليا ، والخس ، والطماطة ، والبطاطا ، والسبيناغ ، والسلجم ، والتبغ ، والخروع ، والقطن ، وفستق الحقل وأشجار الفاكهة مثل الخوخ ، والمشمش ، والبرتقال ، والتفاح ونباتات للزينة مثل القرنفل ، والداليا والداودي ، والجوري وغيرها . هذا قد شملت الصفات التي تم تحسينها المحاصيل ، الاضطجاع ، والمقاومة للأمراض ، والنضج ، وقوة الساق ، ونوعية الغذاء ، والمحتوى البروتيني ، وأشكال النبات ، وسهولة الحصاد ، ولون الحبة ، ووزن الحبة ، والمقاومة للجفاف ، ومحتوى اللايسين والأقلية . وقد بلغ عدد الأصناف المنتجة عن طريق الطفرات حتى عام ١٩٧٣ حوالي (٩٨) صنفاً من المحاصيل و٤٧ من نباتات الزينة . ومن بين أصناف المحاصيل بلغ

عدد الأصناف المنتخبة مباشرة ٨٥ صنفاً و١٣ صنفاً استنبط من خلال برامج التهجين. وتلاقي برامج الطفرات اهتماماً متزايداً من قبل مربّي النبات ويمكنها ان تلعب دوراً مهماً في انتاج التباين الوراثي المرغوب فيه (Sigurbjornsson and Micke, 1974) وقد أشار Fehr (1987) الى ان التربية فيه بطريق الطفرات مناسب أكثر اذا كانت الصفة المطلوبة غير متوفرة في الأصول الوراثية الموجودة والتي يمكن استعمالها في التهجين والانتخاب. ان تكرار الصفات او التغير الوراثي المطلوب من التطعيم الاصطناعي واطىء بشكل عام، وان احتمال النجاح يكون أوفر عندما يمكن غرلة أعداد كبيرة من الأفراد ولصفة معينة. وحديثاً أشار ابراهيم وجاعته (١٩٩٠) ان الجهود في مجال الطفرات قد أثمرت بتعميم زراعة أكثر من ١٣٠٠ صنف زراعي وتعود الى أنواع نباتية كثيرة مسجلة لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الغذاء والزراعة الدولية.

مصادر الطفرات :

أ. المصادر الطبيعية :

يمكن ان تحصل الطفرات بتكرار واطىء وبصورة طبيعية. فعبر الزمن تقوم الطبيعة بتقوم هذه الطفرات من خلال الاختبار وانتخاب التوافقات الوراثية المرغوب فيها. ان العديد من الطفرات الطبيعية منتحية عند مقارنتها بالأنماط الشائعة (البرية) في المجتمع للطفرات السائدة ملائمة أقل في المجتمع وذلك لامكانية ازالتها من المجتمع مباشرة وبمجرد ظهورها كمظهر خارجي متميز. أما الأليلات المنتحية فان هناك امكانية لحملها من قبل المجتمع حيث مختفية تحت مظلة الأليل السائد وتختبر في توافقات مع اشكال عدة أليلية ولمواقع مختلفة قبل اهمالها (Welsh, 1981).

Induced Mutation

ب- الطفرات الاصطناعية :

بعد اعادة اكتشاف قوانين مندل ازداد الاهتمام بزيادة التباين الوراثي والقدرة على تغييره. وفي اوائل عام ١٩٠٠ أورد Gustafsson (1969) بحثاً عن إحداث الطفرة. وفي ابحاث اخرى في [الدروسوفيلا] حددت الطبيعة العلمية للطفرة وأوضحت امكانية زيادة معدل الطفرات بالمعاملة الاصطناعية. فمن المعروف أن معدل الطفرات الذاتية يبلغ حوالي (١٠^{-٦}) للجين الواحد (Fehr, 1987) ونعرف اليوم ان من السهولة احداث الطفرات

مختبريا . وقد قادت هذه المعلومات الى التفكير بانتاج الطفرات لاغراض التربية (الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، (1972, 1976, 1977).

① يمكن احداث الطفرات باستخدام العوامل المطفرة التي تشمل على معاملتين رئيسيتين الأولى الاشعاع Radiation بأنواعه والثانية المعاملة بالمواد الكيميائية Chemical mutagens . ويعتمد اختيار العامل المطفرة على توفره ومنوال فعله ودرجة تأثيره لاحداث التغير المطلوب . وفيما يلي وصف لأهم العوامل المطفرة .

الاشعاع : Radiation
هناك عدة أشكال من الأشعاع الذي يمكن أن يستعمل لاحداث الطفرات والجدول ٧-١ يوضح أهم هذه الأنواع ومواصفاتها الطبيعية .

١ . الأشعة السينية : X- Rays

وهذه من الأشعة التي تستعمل بشكل شائع لاحداث الطفرات . ويمكن استخدام مكائن الاشعة التي باستطاعتها انتاج أشعة بالطول الموجي المطلوب عادة للأشعة السينية ذات الطول الموجي القصير (hard X- rays) قدرة أكبر على الاختراق ولكن فعاليتها على احداث تغيرات جزيئية أقل من الأشعة السينية الأطوال موجة .

الاشعة السينية أشعة كهرومغناطيسية نحصل عليها من تعجيل الالكترونات كهربائيا في جومفرغ ومن ثم تقليل سرعتها يجعلها تصطدم بهدف من الموليدنيوم اوالتنجستن tungsten . ان التوقف المفاجئ للاكترونات يسبب انبعاث أشعة بشكل فوتونات photons ان هذه الفوتونات تجهز الطاقة الضرورية لاحداث تغيرات جزيئية في الخلية .

٢ . أشعة كاما : Gamma Raya

وهي أشعة كهرومغناطيسية نحصل عليها من النظائر المشعة radioisotopes ومن المفاعلات النووية . يمكن اعطاء المعاملات بجرعات مفردة او تعريض النباتات بشكل مستمر لأشعة كاما لفترة زمنية معينة .

المصدر ان الرئيسان لاشعة كاما هما كوبلت ٦٠ ^{60}Co وسيزيوم ١٣٧ ، ^{137}C وسبب خطورة النظائر المشعة وقدرتها العالية على الاحتراق فأنها تخزن في قناني من الرصاص ويتم تحريكها عن بعد لتشجيع المواد النباتية .

Neutrons

٣. النيوترونات :

النيوترونات المستعملة في احداث الطفرات تنتج من الانشطار النووي لليورانيوم ٢٣٥ في المفاعل النووي وخلال العملية تنتج النيوترونات ذات الطاقة العالية تتفاعل النيوترونات بذرات اخرى من اليورانيوم لاستمرار الانشطار وبعضها يمتص ضمن المفاعل وبعضها يخرج من المفاعل من المخرجات وهذه يمكن استعمالها كمطفرات. النيوترونات السريعة Fast neutrons هي النيوترونات ذات المستوى العالي من الطاقة عند انبعاثها من المفاعل. النيوترونات الحرارية thermal neutrons ذات مستويات أقل من الطاقة وتنتج من تخفيض طاقة النيوترونات السريعة.

٤. أشعة بيتا : B - Radiation

الكترونات بيتا جسيمات ذات شحنة سالبة تنبعث من النظائر المشعة مثل الفوسفور ٣٢ والكربون ١٤. يمكن تعريض المواد النباتية الى النظائر المشعة بصورة مباشرة او بمحايليل.

Ultraviolet Radiation

٥. الأشعة فوق البنفسجية :

تستعمل الأشعة فوق البنفسجية لمعاملة حبوب القاح بسبب قدرتها المنخفضة على الاختراق. ويكون الطول الموجي المؤثر بطول ٢٥٠٠ - ٢٩٠٠ نانومتراً، بسبب أن للإحماض النووية أعلى امتصاص للأشعة عند هذا المدى.

Chemical Mutagens

المطفرات الكيميائية :

هناك مدى واسع من المواد الكيميائية لها تفاعلات مختلفة الجدول ٧ - ٢ يوضح بعض من هذه المواد. تشمل المجموعة الكيميائية أشكال عدة من ميثين سلفونيت methane sulfonate أثيلين أمين (EI) ethyleneimine ، أثيل ميثيل سلفونيت (EMS) ethylmethesul-fonate ، دايأثيل سلفيت (DES) diethyl sulfate و (ENV) ethylnitroso urethane و (ENH) ethylnitroso urea و (MNH) methyl nitrourea .

أشكال الطفرات :

هناك أربعة أشكال من الطفرات يمكن حصولها وهي : (١) طفرات جينومية (٢) التغيرات التركيبية في الكروموسومات (٣) الطفرات الجينية و (٤) طفرات خارج النواة. تشمل الطفرات الجينومية تغيرات في العدد الكروموسومي يعود الى اضافة أو فقدان مجاميع كروموسومية كاملة أو جزء منها. اما التغيرات التركيبية فتشمل تغيرات في الكروموسوم مثل الانتقالات ، والانقلابات ، والتضاعفات والنقص الكروموسومي .

أما التغيرات التي تشمل تغيراً في قاعدة نروجينية في الجين فيقال لها بالطفرة الجينية Point mutation. حيث يشمل التعبير الجيني ترتيب النيوكليوتيدات الأربعة في DNA وبترتيب معين. يمكن تغيير التعبير عن الجين باحلال قاعدة نروجينية محل اخرى او باضافة او حذف للقاعدة النروجينية. عادة يؤدي استعمال المواد الكيميائية المطفرة مثل Sodium azide الى حصول الطفرات الجينية ولكن يمكن ان يؤدي استعمال الاشعاع الى حصول بعض من الطفرات الجينية. كذلك يمكن ان يقود التغيير الوراثي الى العقم أو تؤدي الى نتيجة مميته اضافة الى امكانية حصول بعض الطفرات نحو الصفات المرغوب فيها ، وللمزيد من المعلومات راجع العذاري (1987).

أما الطفرات خارج النواة فتشمل مكونات السايوبلازم. وكمثال على ذلك العقم الذكري السايوبلازمي ، وهي طفرة مفيدة في انتاج المحاصيل ، تحتوي العضيات مثل البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا الموجودة في السايوبلازم على DNA. عادة تورث التغيرات الوراثية في هذه العضيات من جيل لآخر من خلال خلية البيضة. تستعمل عادة Ethidium bromide لاحداث تغيير سايوبلازمي في أنواع المحاصيل. هناك مواد اخرى مثل الأكردين acridines ، الستريتومايسين Streptomycin املاح العناصر الثقيلة و EMS ومعاملات الاشعاع Fehr (1987).

يتناسب معدل الطفرات مع جرعة المطفّر المستعمل ، فكلما كانت الجرعة أعلى انتجت معدلات طفور أعلى. عادة المستوى المستعمل من الجرعة هو المستوى الذي يقتل ٥٠٪ من المواد وتدعى LD 50 (أي Lethal dose) او الجرعة التي تؤدي الى قتل ٥٠٪ من النباتات او البذور المعرضة للمادة المطفرة). عادة يكون استعمال هذه الطاقة والمواد الكيميائية من التخصصات في العلوم الوراثية التي يتطلب استعمالها مهارة ومعرفة وللمزيد من المعلومات راجع ابراهيم وجماعته (١٩٩٠).

انتاج الطفرات غير الموجه أو (عشوائي) يعني أن المعاملات بالطفرات تغير الأليلات بصورة عشوائية في مجموع التركيب الوراثي وبعض الأليلات يكون معدل الطفرور فيها بمعدل أكثر من غيرها. ويعتمد تكرار الطفرور في الجين على : (١) جرعة المطفرة (٢) نوع النسيج (٣) عمر النسيج (٤) العوامل الطبيعية كالحرارة والرطوبة ودرجة الحموضة. أحيانا يمكن الحصول على التغيرات المطلوب بتعرض عدة أجيال لمعاملة النباتات بمعاملة المطفرة. على العموم بالنسبة للمربي المبتدئ الاستعانة بالمراكز المتخصصة بالبحوث النووية الموجودة في القطر أو خارجه بارسال عينات من بذور المحصول الذي يود أحداث الطفرات فيه الى ذلك المركز حيث يتم معاملته بالعوامل المطفرة المطلوبة ثم تعاد البذور اليه ليعمل على التعرف على الطفرات وترتيبها بالطرق التالية :

استخدام الطفرات في المحاصيل التي تتكاثر جنسيا :

تعتمد قيمة المطفرة الاصطناعية في برنامج التربية على كمية التباين الوراثي الطبيعي الموجود. فان كانت الصفة متوفرة بصورة طبيعية فن المفضل اللجوء اليها بدلا من المجازفة باستعمال المواد المطفرة للحصول عليها. ونسبيا تكون الطفرات المنتجة اصطناعيا ذات قيمة أكبر نسبيا. في المحاصيل الذاتية التلقيح مقارنة بالأنواع الخلطية التلقيح. فالمحاصيل الذاتية التلقيح وتوجهها نحو الاصلالة قليل بسرعة أغلب الأليلات ذات الألفة الواطئة. اما في المحاصيل الخلطية التلقيح فان التزاوج العشوائي يديم الخلط ضمن المجتمع وبذلك يدوم التباين الوراثي. لذلك ومن الناحية النظرية يكون انتاج الطفرات الاصطناعية في الذاتية أكثر من الخلطية ويجب على المربي أن يقارن بين الجينات الموجودة مع المنتجة اصطناعية.

دعا كفرة
أو كفرة

من الشائع معاملة البذور في المحاصيل التي تتكاثر جنسيا أو معاملة البادرات الصغيرة جدا. وفي الحالتين تنتج طفرات من نوع « الشايميرا » Chimera. والشايميرا عبارة عن قطعة من النسيج لها تركيب وراثي مختلف عن التركيب الوراثي للخلايا المجاورة. ويجب أن تحصل الطفرات في نسيج مرستيمي يعطي خلايا تكاثرية اذا ماأريد لها المرور الى الجيل التالي.

طرق التربية :

قبل أن يبدأ مربي النبات في برنامج تربية الطفرات يجب أن يتخذ عدداً من القرارات المتعلقة بهدف البرنامج وانتخاب الطفرات في المجتمع. يجب تعريف الصفات المطلوب تغييرها عن طريق تربية الطفرات بشكل واضح. حيث أن الانتخاب لصفة واحدة لها

فرصة أوفر للنجاح من الانتخاب لاثنتين أو أكثر من الصفات. ان الطرق الكفوءة لغزلة العدد الكبير من النباتات مطلوبة لزيادة فرص اكتشاف الطفرات المرغوب فيها.

٤. انتخاب الآباء :

يعتمد انتخاب الآباء المناسبة للبرنامج على هدف البرنامج. فإذا كان الهدف إطلاق صنف بصفات محسنة في الآباء المنتخبة للبرنامج يجب ان تكون الاصناف الموجودة أو سلالات تربية ذات صفات مرغوب فيها ماعدا الصفة أو الصفات المطلوب تغييرها. وفي هذه الحالة فان انتخاب الآباء لبرنامج تربية الطفرات مشابه لاختيار الأب الرجعي في برنامج التربية الرجعية.

الرجعي

أما اذا كان الهدف من البرنامج هو خلق صفات غير موجودة في النوع فان لمربي النبات اختيارين في انتخاب الآباء :

(١) يمكن اختيار الصنف ذي الصفات المرغوب فيها حقلياً أو السلالة التجريبية ذات الصفات الرديئة.

(٢) اختيار الأب الذي يظهر أفضل مستوى للصفة وبغض النظر على الصفات الاخرى.

وعند اختيار الصنف المطلوب يجب ان يكون مصدر البذور ممثلة للصنف كأن تكون بذور المربي أو بذور الأساس للتخلص من الاختلاط بين الطفرة والشوارد الناتجة عن خلط البذور أو التهجين. أما في المحاصيل الخلطية التلقيح فان مصدر البذور سيكون خليطاً أو غير متجانس ولذلك سيكون التمييز بين الطفرات ونواتج الانعزال صعباً. بالنسبة لمعاملة البذور يفضل عند المعاملة بالطفرات استعمال اثنتين أو أكثر من الطفرات وبعده جرع. ويجب تنمية بذور غير معاملة في كل جيل للمقارنة وتقويم تأثيرات المعاملة.

تنمية الجيل الطفوري الأول M_1 :

عند الرغبة في الحصول على جيل طفوري أول (M_1) كبير يجب زراعة البذور في الحقل. ان بقاء نباتات الجيل الطفوري الأول حية يعتمد على مدى العناية في زراعة البذور والمحافظة عليها خلال فترة النمو. ويجب مراعاة الأمور الآتية :

ذاتي

١. عزل نباتات M_1 عن التراكيب الوراثية الأخرى لنفس النوع خصوصاً في النباتات التي لن تخصب ذاتياً يدوياً أما بترك مسافة كافية أو الزراعة بمواعيد مختلفة ، أو تغطية النورة الزهرية في أكياس .

خارجي

٢. في المحاصيل الخلطية التلقيح يجب القيام بالتلقيح الذاتي الاصطناعي لغرض الحصول على الجيل الطفوري الثاني (M_2) .

٣. يجب زراعة البذور بالمواعيد المناسبة لأعطاء انبات ويزوغ سريع للبادرات .
٤. يجب ان تكون التربة هشة ، رطبة ومسمدة بشكل ملائم لتشجيع نمو النبات . ويمكن زراعة البذور الجافة ميكانيكياً . في حالة زراعة البذور الرطبة كما هي الحالة في البذور المعاملة بالمطفرات الكيماوية يجب زراعة البذور بالأيدي مع مراعاة لبس القفازات المطاطية لتجنب ملامسة المواد المطفرة من البذور . ويجب المحافظة على رطوبة التربة حتى الأنبات .
٥. يجب ان يكون معدل البذار عالياً بدرجة تكفي لمنع النبات من تكوين التفرعات الخضرية ولكن تسمح بنمو ساق واحدة وذلك لكون الطفرات تظهر على الساق الرئيس أكثر من ظهورها على التفرعات الثانوية .
٦. تؤخذ البيانات الحقلية المعتادة من الواح التربة فضلاً عن المعلومات عن نسبة الانبات ، بقاء البادرات وبقاء النباتات حتى النضج . كذلك بيانات عن عقم نباتات الجيل الطفوري الأول الذي قد يعكس التغيرات الوراثية المنتجة من المطفرات .

طرق التربية من الجيل الطفوري الأول :

ان طرق التربية المستعملة خلال اجيال التلقيح الذاتي هي نفس الطرق المتوفرة في المجتمعات التي كونت نتيجة التهجين . فالجيل الطفوري الأول (M_1) والجيل (F_1) متماثلان من الناحية الوراثية في امكانية أن تكون النباتات خليطة في أحد المواقع الجينية ، ولكن مجتمعات الجيل الطفوري الأول والجيل الأول مختلفين تماماً بسبب كون نباتات M_1 في المجتمع تكون مختلفة وراثياً حيث ان بعضها لديها الطفرة فيما لا تكون مثل هذه الطفرة في نباتات أخرى . اما نباتات الجيل الاول (F_1) فتكون متشابهة وراثياً اذا كانت مشتقة من التهجين بين اثنين من النباتات الأصلية . لذلك يجب معاملة الجيل الطفوري الأول كما لو كانت نباتات انزالية في الجيل الثاني F_2 .

أ. طريقة النسب :

Pedigree method

يمكن اتباع الخطوات الآتية بطريقة تسجيل النسب للقيام بالتربية الداخلية للمجتمع الناتج بعد التعريض للمواد المطفرة.

١. السنة الأولى : زراعة الجيل الطفوري الأول M_1 وحصاد كل نبات على حدة لانتاج بذور الجيل الطفوري الثاني M_2 .

٢. السنة الثانية : زراعة الجيل الثاني M_2 وبعدد من النباتات يكفي لاستعادة انحرافات الطفرات في المجتمع. هذا العدد يختلف باختلاف المحاصيل ، ولكنه في الحبة والشعير يكون بين ٥٠٠٠ الى ١٠,٠٠٠ نبات وتزرع البذور على مسافات من بعض ضمن الخط وبين الخطوط. تحصد نباتات M_3 التي لها المظهر المطلوب بشكل فردي لانتاج M_3 .

٣. السنة الثالثة : يزرع نسل الجيل الطفوري الثالث M_3 من النباتات المنتخبة في M_2 (أي سلالات 3: M_2) كل نبات في سطر. فإذا كان للسطر المظهر المرغوب فيه ولكن هناك انحرافات لصفات أخرى ، تحصد النباتات الطافرة فرديا ، وإذا كان الخط متجانسا بالنسبة للطفرة وغيرها من الصفات فيحصد بمجموعة لاعطاء الجيل الطفوري الرابع .

٤. السنة الرابعة : يمكن تقويم اداء سلالات الجيل الطفوري الرابع (4: M_2) في تجارب اختبارات مكررة بالنسبة للصفة المنتخبة وللصفات الحقلية الأخرى.

٥. السنة الخامسة والمواسم الأخرى : يمكن اختبار السلالات المرغوب فيها لاغراض اطلاقها كأصناف جديدة واستعمالها كآباء للتربية. عموما توفر طريقة تربية النسل فرصة تنمية النسل من كل نبات (M_1) وللحصول على الطفرات ان كانت موجودة في الجيل الأول. ولكن مقدار العمل المطلوب في الانتخاب بطريقة النسب اعلى من الطرق الأخرى.

ب- طريقة التجميع :

Bulk method

١. السنة الأولى : تنمية نباتات الجيل الطفوري الأول (M_1) وتحصل البذور من جميع النباتات للحصول على نباتات الجيل الطفوري الثاني (M_2).

٢. السنة الثانية : تزرع عينة من بذور الجيل الطفوري الثاني (M_2). يمكن حصاد نباتات (M_2) بشكل انفرادي لاغراض اختبار النسل في الموسم الثالث أو حصاد

جميع النباتات سوية. يمكن استعمال الانتخاب الأجمالي على النباتات قبل حصادها ثم حصاد النباتات المنتخبة سوية.

٣. السنة الثالثة : في هذا الموسم يمكن اعتماد طريقين:

أ- تنمية نسل الجيل الطفوري الثالث (M_3) من النباتات الفردية للجيل الطفوري الثاني (M_2) التي تم حصادها من الموسم السابق. ثم الانتخاب ضمن وبين النسل كما كان متبعاً بطريقة تسجيل النسب.

ب. زراعة بذور الجيل الطفوري الثالث بشكل مجموعة ويمكن حصاد نباتات (M_3) بشكل انفرادي لغرض اختبار النسل او حصاد النباتات سوية عن طريق الانتخاب الاجمالي أو بدونه. ويمكن استعمال طريقة التجميع هذه لعدد من الأجيال وحسب الرغبة.

٤. السنة الرابعة والأجيال التالية : يمكن بعد الحصول على السلالة المرغوب في استعمالها كصنف جديد او كأب في التهجينات مع أصناف أخرى.

عموما طريقة التجميع هي من أقل الطرق كلفة. ويمكن ان يفيد بعض أشكال الانتخاب الاجمالي في الجيل الطفوري الثاني والأجيال التالية في الحصول على الطفرات المرغوب فيها. من الأمور غير المرغوب فيها في حصاد الجيل الطفوري (M_1) بشكل مجموعة يعود الى امكانية احتواء هذا الجيل على تكرار عال من الطفرات فضلا عن الطفرة المرغوب فيها والتي يمكن ان تنتج عدداً قليلاً من البذور نسبة الأفراد غير الطافرة ولذلك تكون فرصة النباتات الطافرة أقل في العيش مما قد يؤدي الى فقدانها في بعض الأحيان.

Single – seed descent

٥. طريقة الانحدار من بذرة واحدة

في هذه الطريقة لا تؤثر انتاجية النبات في الانحدار من البذرة الواحدة حيث يؤخذ من كل نبات بذرة أو عدد قليل من البذور. وعندما تحصد البذور من مجتمع الجيل الطفوري الأول في الجيل الثاني (M_2) فان كل نبات (M_1) يكون ممثلاً بصورة متساوية في (M_2) ماعدا الاختلافات في حيوية البذور.

١. السنة الاولى : تنمية نباتات الجيل الطفوري الاول (M_1) ويتم حصاد بذرة واحدة او عدد قليل من البذور من كل نبات وتجمع سوية.

٢. السنة الثانية : زراعة نباتات الجيل الطفوري الثاني (M_2). يمكن حصاد النباتات المرغوب فيها بصورة فردية لاغراض اختبار النسل في الموسم الثالث ، او حصاد بذرة

او عدد قليل من البذور من كل نبات وتخلط سوية. يمكن حصاد البذور فقط من النباتات ذات المظهر المطلوب.

السنة الثالثة : في هذا الموسم يمكن اتباع طريقتين :

أ- زراعة نسل (M_3) من النباتات الفردية (M_2) والمحصول في الموسم السابق. ويمكن اجراء الانتخاب بين وضمن النسل كما وصف في طريقة تسجيل النسب.
سنناقش الطريقة بالتفصيل في الفصل الثالث عشر.

ب- زراعة بذور الجيل الطفوري الثالث (M_3) بشكل مجموعة ويمكن انتخاب نباتات فردية من كل نبات وتجمع سوية. ويمكن تكرار طريقة الانحدار من بذرة واحدة لاي عدد من الاجيال يرغب فيه.

السنة الرابعة والاجيال التالية :

بعد الحصول على السلالة المرغوب فيها يمكن استعمالها كصنف جديد او كأب في التهجينات.

الفائدة المتوخاة من طريقة الانحدار من بذرة واحدة هو امكانية استخدام عدد اكبر من نباتات (M_1) مقارنة بالطرق الاخرى بسبب اخذ عدد قليل من النسل من كل نبات. ويمكن ان يكون هذا مضراً بسبب وجود احتمال ان لاتحمل أياً من البذور المنتخبة الطفرة حتى ولو كانت موجودة بشكل خليط في الجيل الطفوري الاول.

د- اختبار الاجيال المبكرة : Early - generation testing

السبب الاساسي في استعمال اختبار الاجيال المبكرة هو في عدم امكانية انتخاب وتقوم الصفات الكمية بالنظر.

السنة الاولى : تنمية بذور الجيل الاول (M_1) وحصاد النباتات بصورة انفرادية.

السنة الثانية : زراعة النباتات المشتقة من الجيل الطفوري الاول ($M_1:2$) في ألواح مكررة ويتم الاحتفاظ بالسلالات ذات الاداء المرغوب فيه.

السنة الثالثة : تزرع نباتات ($M_1:3$) كنباتات مفردة للجيل الطفوري الثالث (M_3) وتحصد النباتات الفردية بشكل مفرد.

السنة الرابعة : تقيم سلالات ($M_3:4$) في ألواح مكررة.

السنة الخامسة والاجيال التالية : يمكن اطلاق السلالة ذات الصفات المرغوب فيها كصنف او استعماله كأب في التهجينات.

جدول ٨-١ : خواص الاشكال المختلفة من الاشعاع التي تستخدم للتطهير الاصطناعي

نوع الاشعاع	المصدر	الوصف	الاضطراب	الحماية الضرورية	مدى الدخول للتسبب
أشعة أكس	أشعة أنبنة مكائن أكس	اشعاع كهرومغناطيسي	خطرة ، يتفارق	حجب قليل من الرمصاص	عدة ملييمترات الى عدة سنتيمترات
أشعة كاما	الانطاز النشطة	كهرومغناطيسي عالية لاشعة	خطرة ذات اختراق كبير	تحتاج الى جدران سميكة عدة سنتيمترات من الرصاص أو ١ م من الكونكريت	عدة سنتيمترات
النيوترونات (السريرة ، البيعية والحرارية)	المفاعلات النووية	جسيمات غير مشحونة أثقل ، قليل من البروتون (فزة الميديرجين) تلاحظ فقط من خلال تفاعلاتها مع المادة في المواد التي تمر بها	خطرة جداً الكونكريت	جدار سميك من الكونكريت	عدة سنتيمترات
جسيمات بيتا (السريرة ، الكونزونية كالودية)	الانطاز النشطة أو المجلات	الكونزون (+ أو -) بوزون بكثافة أقل من جسيمات ألفا	يمكن ان تكون خطرة	مقوى سميك	عدة ملييمترات
جسيمات ألفا	الانطاز النشطة	نواة هيليوم والتي توزن بشكل ثقيل	خطرة جداً داخلياً ورقى خفيف	جزء قليل من الملبستر	
البروتونات والنيوترون	المفاعلات النووية والمجلات	نواة الميديرجين	خطرة جداً	عدة سنتيمترات من الماء والبرافين	عدة سنتيمترات

المصدر : Manual on Mutation Breeding (1977)

جدول ٨ - ٢ : مجاميع من الطفرات الكيميائية.

العينات	مجموعة الطفر
5 - bromo - uracil, 5 - bromo deoxyuridine 2 - amino - purine	مشابهات القواعد Base analogues
8 - ethoxy caffeine, maleic hydrazide	مركبات قريبة Related Compound
Azaserine, mitomycin C, Streptonigrin, actinomycin D.	مضادات حيوية Antibiotics
	المواد الايكالية
Ethyl - 2 - Chloroethyl sulfide	Alkylating agent
2 - chloroethyl - dimethyl amine	Sulfur mustards
Ethylene oxide	Nitrogen mustards
Ethyleneimine	Epoxide
Ethyl methanesulfonate	Ethyleneimines
	Sulfate, sulfonates
	Sulfones, lactones
Diazomethane	Diazoalkanes
N - ethyl - N - nitroso Urea	Nitroso compound
Sodium Azide	Azide
Hydroxyl amine	Hydroxyl amine
Nitrous Acid	Nitrous Acid
Acridine Orange	Acridines

المصدر: (1977) Manual on Mutation Breeding .

References

- إبراهيم ، إسكندر إبراهيم ، إبراهيم شعبان السعداوي وخزعل خضير الجنابي ١٩٩٠ .
تطبيقات التقنيات النووية في الدراسات النباتية. منشورات منظمة الطاقة الذرية
العراقية.
- العداري ، عدنان حسن ، ١٩٨٧ . أساسيات في الوراثة. الطبعة الثانية ، دار الكتب.
جامعة الموصل.
- Anonymous. 1972. Induced mutations and plant improvement proc.
Int. Atomic Energy Agency, Vienna.
- Anonymous. 1976. Induced mutation in cross – breeding. Proc. Int.
Atomic, Energy Agency, Vienna.
- Anonymous – 1977. Manual on mutation Breeding. Proc. Int. Atomic
Energy Agency, Vienna.
- Brock, R.D. 1971. The role of induced mutations in plant improvement.
Radiation Botany vol. 11: 181-196
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development. vol.1. Mac Millan
Publishing Co. New York.
- Gustafsson, A. 1969. A study on induced mutations in plants. pp 9-31. In
Induced mutations in plants. Proc. Int. Atomic Energy Agency,
Vienna.
- Nilan, R.A., A.Kleinhofs and C.F. KonZak. 1977. The role of induced
mutations in supplementing natural genetic variability. Annals,
N.Y. Acad. Sci. 287:367-384.
- Sigurbjornsson, B. 1983. Induced mutation pp 153 . InCrop Breeding.
D.R. Wood (ed.) American Society of Agronomy, Madison,
Wisconsin. U.S.A.
- Sigurbjornsson, B. and Micke. 1974. Philosophy and accomplishments of
mutation, breeding. pp303-343. In Polyploidy and Induced muta-
tions in plant Breeding. Proc. Int. Atomic Energy Agency. Vienna.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John
Wiley and Sons .

الفصل التاسع

الطرق العامة في تربية المحاصيل الحقلية

مقدمة
متطلبات تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب
الصف
طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب
الادخال والأقلمة
أشكال الادخال
الخطوات العملية لطريقة الادخال
الأقلمة
حفظ الاصول الوراثية
النواحي العملية في جمع العينات
التوزيع وأنظمة المعلومات
ملخص
المصادر

الفصل التاسع

الطرق العامة في تربية المحاصيل الحقلية

مقدمة :

تختلف الطرق المستعملة في تحسين المحاصيل باختلاف التركيب الوراثي للمحصول . وتعمل طريقة تكاثر المحصول وطبيعة تزاوجه على بقائه من جيل لآخر . كل طريقة من طرق التربية يجب ان تؤدي جميع برامج تحسينها الى سلالات أو اصناف أصيلة في تركيبها الوراثي لان هذه الحالة التي سيحافظ عليها الاخصاب الذاتي . اما المحاصيل الخلطية الاخصاب فان برامج تحسينها يجب ان تنتهي بنباتات خلطية في تركيبها الوراثي كأن تكون اصنافاً مفتوحة التلقيح او اصنافاً هجينة او اصنافاً تركيبية حيث ان الحالة الخلطية هي الحالة التي يعمل التزاوج الخلطي على استمرارها . فضلاً عن ذلك فان جميع النباتات الاصلية في تركيبها الوراثي في هذا النوع من المحاصيل لاتصلح للانتاج الزراعي مباشرة وذلك لانخفاض حاصلها بشكل كبير . اما في المحاصيل التي تتكاثر خضرياً فيجب ان تنتهي ببرامج تحسين هذه المحاصيل الى انتاج سلالات خضرية خلطية في تركيبها الوراثي كأن تكون بشكل كلونات .

تنقسم طرق تحسين المحاصيل على : حسب نوع التلقيح
أولاً : طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب .
ثانياً : طرق تحسين المحاصيل الخلطية الاخصاب .
ثالثاً : طرق تحسين المحاصيل ذات الاكثار الخضري .

طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاختصاص :

لعمل برامج تحسين المحاصيل الذاتية بقصد الحصول على سلالة أو أكثر ذات تركيب وراثي أصيل متميز في صفة أو أكثر على الاصناف المزروعة ، أو بقصد تحسين صفات الاصناف المزروعة والحفاظ عليها بحالة أصيلة ، يقوم مربو النبات باستنباط واختبار الاصناف الجديدة ثم تكثر الاصناف الجديدة وتوزع على المزارعين وقد يختار المزارع الصنف من بين أصناف عدة .

الصنف :

ان مفهوم الصنف رغم شيوع استخدامه فان من الصعوبة وصفه بدقة ان هذا يحتاج فيها لنظام الصنف في المملكة النباتية ومجاميعها التصنيفية.. ففي هذا النظام تقسم عوائل النباتات الى اجناس وبدورها تقسم على أنواع وضمن النوع يوجد العديد من الاصناف الزراعية .

كلمة الصنف Variety يعبر عن مجموعة من النباتات المتماثلة التي بمظهرها وادائها تتميز وتعرف عن بقية الاصناف ضمن نفس النوع .

ويمكن توضيح هذه العلاقة باستعمال احد المحاصيل الشائعة مثل الحنطة فحنطة الخبز تقع ضمن العائلة النجيلية . ففي الاسم العلمي لحنطة الخبز *Triticum aestivum* L. تعبر الكلمة الاولى عن اسم الجنس *Triticum* اما الكلمة الثانية فتعبر عن اسم النوع . على العموم هناك العديد من أنواع الحنطة فمنها ثنائية المجموعة الكروموسومية ($2n = 28$, tetraploid) ، اخرى رباعية المجموعة الكروموسومية ($2n = 42$, Hexaploid) . وضمن كل نوع يوجد العديد من الاصناف التي تختلف في موعد نضجها ولون حبوبها وشكل النبات ومقاومة الامراض والمحتوى البروتيني ويجب ان تختلف الاصناف في احدى الصفات المتوارثة . ان تصنيف حنطة الخبز يمكن كتابته كما يلي :

(المستة رباحية)
الناحلة شاي

العائلة : النجيلية Gramineae

الجنس : *Triticum* Genus

النوع : *aestivum* species

الصنف : Variety صابريك او غيره من الاصناف هناك عدد لا يحصى من التراكيب الوراثية التي يمكن الحصول عليها ضمن اي نوع من المحاصيل . فالمجتمعات المكثرة من

تركيب واحد او من خليط من التراكيب الوراثية يطلق عليه بالضرب strain او بالسلالات عادة يتم اختيار آلاف من الضروب او السلالات من قبل مربي النبات في كل سنة. وبمجرد التعرف على ضرب معين بكونه متفوقا يعطي اسما ويكثر ويوفر تجاريا ليكون كصنف جديد. اطلق المصطلح Cultivar كصياغة تخدم مايكافيء الصنف المزروع. على العموم قد يستخدم كلمتي Varitty او Cultivar بشكل متبادل في الكتب المختلفة. على العموم لا يوجد اشكال في اللغة العربية من استخدام كلمة الصنف وكما ذكرت آنفا. هناك ميزتان رئيسيتان للصنف الاولى هي دالة الصنف Identity وثانيا تكرار الصنف Reproducibility الميزة الاولى ضرورية للتعرف على الصنف وتميزها عن بقية الاصناف ضمن النوع وقد يعتمد هذا على الصفات المظهرية او علامات اللون او على حالة فيزيولوجية او التفاعل للأمراض والاداء. اما التكرار فهو ضروري بحيث يمكن تكرار صفات تميز الصنف في نسل الصنف.

معظم الاصناف الزراعية تكون أصيلة لصفات التميز فعلى سبيل المثال تكون بعض اصناف الحنطة ذوات بذور حمراء واخرى بيض واخرى عنبرية، ولا تكون الاصناف الخلطة مرغوب فيها من قبل المزارع وتسوق الى السابولوات كأصناف خلطة. لذلك يسعى مربي النبات الى الحصول على تجانس في نباتات الصنف المستنبط خصوصا في الصفات المؤثرة في مظهر وآداء النباتات. وقد أشار Poehlman (1983) الى عدم ضرورة أن يكون الصنف أصيلا في جميع صفاته. ففي المحاصيل الذاتية الاخصاب والتي تميل النباتات فيها الى الأصالة، فان مدى النقاوة ضمن الصنف سيعتمد على منشئها ودرجة الاستقرار الوراثي. ففي بعض أصناف المحاصيل الذاتية التلقيح تكثر كتركيب وراثي واحد (سلالات نقية Pure lines) بينما الاخرى تكثر كخليط من عدة تراكيب وراثية (انتخاب اجمالي mass selection) اما في المحاصيل الخلطة الاخصاب حيث تكون النباتات المفردة هجينة لعدة صفات فان مدى النقاوة ضمن الصنف يكون واسعا ويتغير من جيل لآخر. ولهذا السبب فان كلمة الصنف أقل تعبيراً في المحاصيل الخلطة الاخصاب مقارنة بذاتية الاخصاب.

متطلبات برامج تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب :

اولا : مجموعة من نباتات المحصول تكون غير متجانسة Heterogeneous بدرجة تكفي لتحقيق اهداف البرنامج / قد تكون هذه المجموعة موجودة أصلاً في الطبيعة بصورة

أصناف قديمة مثل أصناف الحنطة صابريك والكردية في شمال العراق ، او يقوم مربّي النبات بتكوينها صناعياً عن طريق التهجين بين الاصناف أو الأنواع أو عن طريق استحداث الطفرات الجديدة .

ثانياً : انتخاب النباتات أو السلالات التي تتميز بالصفات الشكلية أو الحقلية أو المقاومة للأمراض أو نوعية أفضل من المجتمعات السابقة .

ثالثاً : العمل على جعل النباتات المتخبة أصيلة في العوامل الوراثية أي خالية من النباتات المغايرة للنباتات المرغوب فيها .

رابعاً : أجراء المفاضلة الدقيقة بين السلالات لانتقاء أفضلها والتأكد من تفوقها على الأصناف المزروعة في الصفة المنتخب لأجلها .

خامساً : اكتثار السلالات المتميزة في الصفات المرغوب فيها والعمل على تسجيلها للاستعمال في الانتاج الزراعي كأصناف جديدة .

سادساً : المحافظة على الصنف المستنبط عن طريق برامج موجهة للحصول على نواة جديدة للصنف كل فترة زمنية مناسبة لتجنب تدهور الصنف نتيجة للاختلاط او غيرها من العوامل .

وذلك بعد الانتخاب

الطرق المستعملة في تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب :

اولاً : ادخال أصول التربة عن طريق الاستيراد أما بقصد زراعتها مباشرة أو بعد أقلمتها أو للاستفادة من بعض صفاتها بادخالها في برامج تربية محصول معين .

ثانياً : الانتخاب وهو إما أن يكون : (أ) انتخاباً اجمالياً mass selection او (ب) انتخاباً فردياً للنباتات Individual plant selection (ج) الانتخاب التكراري Recurrent selection

ثالثاً : التهجين Hybridization وهو بعبدة طرق :

أ- طريقة النسب Pedigree method

ب- الطريقة التجميعية (البليكية) Bulk population

ج- طريقة التهجين الرجعي Backcross

د- طريقة الانحدار من بذرة واحدة Single seed descent

رابعاً : زراعة الأنسجة Tissue culture

خامساً : تربية الاحاديات Monoploid Breeding

سادسا : الأصناف الهجينة Hybrid Varieties

وفيما يلي وصفا لطرق الادخال والأقلمة وحفظ الأصول الوراثية . اما بقية الطرق فتتطرق اليها في فصول قادمة .

الإدخال والأقلمة Introduction

(نبذة مختصرة)

مقدمة :

من أهم مراحل تطور الزراعة في العالم وتقدمها هو انتقال المحاصيل الاقتصادية من منطقة الى أخرى. ان بدء الادخال قد يكون بالصدفة نتيجة لتجوال الانسان وميله الطبيعي لجمع البذور أو النباتات وجلبها لغرض التجربة. ويعتمد الانتقال على الطرق التجارية وحركة الجيوش. وأفضل مثال على ادخال النباتات هو اكتشاف النصف الغربي من الكرة الأرضية والذي أدى الى تبادل شامل للمحاصيل والنباتات والذي كان له الاثر البالغ في تطور الزراعة في جانبي الكرة الأرضية. وقد شملت محاصيل العالم الجديد التي انتقلت الى أوروبا وآسيا وأفريقيا على الذرة الصفراء والبطاطا وفستق الحقل فيما انتقلت محاصيل الحنطة، والشوفان، والشليم، والشعير والذرة البيضاء الى العالم الجديد. وقد قام العديد من المهاجرين من أوروبا وروسيا بأدخال أصناف جديدة من المحاصيل وخصوصا الحنطة الى امريكا الشمالية. فعلى سبيل المثال جلب Mennonites الذي سكن كنساس للفترة ١٨٧٠ - ١٨٨٠ حنطة مزروعة في روسيا أصبحت فيما بعد تعرف بالحنطة التركية التي أصبحت صنفاً رئيساً في منطقة تعد من أكبر مناطق انتاج الحبوب في العالم. كذلك ادخال محصول الحنطة الى الجزء الغربي من الولايات المتحدة، حيث تم ادخال المحصول من قبل الاسبان الى امريكا الجنوبية في اوائل القرن السادس عشر وانتشر في بيرو وشيلي ولم تنجح عملية نشره في شرق الولايات المتحدة. كان أول نجاح للحنطة في كاليفورنيا من بيرو عام ١٨٥١ حيث انتج محصولا جيدا ومن كاليفورنيا انتشر الى بقية المناطق الشرقية.

ان ادخال وزراعة المحاصيل في بيئات جديدة ينتج عنه تغيرات تطورية وأقلمة ضمن النوع المدخل. ويمكن حصول مثل هذه التغيرات بسرعة اذا كان المحصول المدخل مكوناً من مجتمعات لم يجر عليها انتخاب أو أصناف محلية محتوية على درجة عالية من التبايرات الوراثية التي تسمح في الأقلمة في البيئات الجديدة. ان من أهم النقاط التي يجب ان يراعيها مربو النبات عند لجوئهم لطريقة الادخال هي :

١- يجب ان يكون هناك تماثل في التربة والمناخ بين منطقة الأصل والمنطقة الجديدة
المنوي ادخال المحصول اليها.

٢- للمحصول فرصة أوفر للنجاح اذا كان للمحصول صفة التأقلم adaptability التي
تسمح بان يناسب الصنف البيئة الجديدة.

على هذا تتعمد صفة التأقلم هذه على الخلط الوراثي للمدخل. فالحنطة التركية كان لها صفة
تأقلم جيدة لكونها خليطاً من عدة أشكال وأنماط كذلك الجت حيث أنه مكون من عدة
أشكال فضلاً عن كونه خليطاً للتلقيح.

وفي يومنا هذا تولى دول العالم المتقدم والمنظمات الدولية المختلفة مثل منظمة الغذاء
والزراعة الدولية والمجموعة الدولية لحفظ المصادر الوراثية والمراكز الدولية مثل ايكاردا (المركز
الدولي لبحاث المنطقة الجافة) والمركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك
والمركز الدولي لتحسين الرز في الفلبين جهوداً استثنائية على جمع وتبويب واستعمال المصادر
الوراثية وتسهيل مهمة تبادلها بين مختلف مربي المحاصيل لغرض الاستفادة الكاملة منها.
وكمثال على مدى اهتمام الدول المنظم لجمع ودراسة وحفظ الاصول الوراثية عن طريق
الادخال هو الجهد الذي تقوم به الولايات المتحدة الامريكية والاتحاد السوفيتي وايطاليا.

حيث تم تطوير أقسام خاصة للادخال وانشاء مخازن ومحطات متخصصة في عمليات
حفظ وإدامة حيوية النباتات المجموعة من مختلف انحاء العالم بحيث أصبح من السهولة
على مربى النبات المحليين والاجانب الحصول على مايتفون من المصادر الوراثية المطلوبة
لبرامجهم.

في العراق كان هناك اهتمام تاريخي بادخال النباتات منذ حوالي ٢٥٠٠ سنة ق.م
عندما حمل سرجون معه الى الوطن نباتات التين والعنب والورد. اما ادخال النبات المنظم
فكان من بداية تأسيس الدولة العراقية الحديثة ففي الثلاثينيات وماتلاها ادخلت أصناف
من الحنطة الهندية (العجيبة) كينيا كولار والماكسيك وكوركورت س ٧١ ونوري ٧٠،
وسناتور كابللي وأصناف الشعير المختلفة (جدول ٩-١) وأصناف القطن كوكرولت ١٠٠،
وأكالا روجرو، وكوكرولت ٣١٠ وأصناف روسية. كذلك تم ادخال أصناف من محصول
الجت والعصفروالتبغ والبنجر السكري والذرة الصفراء والكثير من اصناف الخضر الشائع
استعمالها في العراق مما يدل على أهمية طريقة الادخال في تطوير الزراعة العراقية.

(الشكاح آكاردا و غيره مملو كل) صنف متكامل
نسيجة الادخال

جدول ٩-١: بعض اصناف الحنطة والشعير الداخلة الى العراق

المحصول	المنشأ	سنة الادخال	جهة الادخال
الحنطة، عجبية	الهند	١٩٢١	مزرعة الرستمبة/ بغداد
الحنطة، كيتيا كولار	استراليا	١٩٥٢	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة فلورنس آورور	ليبيا	١٩٥٨	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة مكسيك	باكستان	١٩٦٤	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة مكسيكية ٢٤	المكسيك	١٩٦٤	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة اينيا ٦٦	المكسيك	١٩٦٤	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة ستانورطابلي	إيطاليا	١٩٥١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة جوري	المكسيك	١٩٧٠	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير سويركلان	U.S.A	١٩٣٢	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير كاليفورنيا ماربرث	U.S.A	١٩٣٦	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير بلدي ٢٦٥	مصر	١٩٣٩	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير أريفات	U.S.A	١٩٦١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير نومار	U.S.A	١٩٧١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير س.م. ٦٧	U.S.A	١٩٧١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير ربحان	سوريا	١٩٨٥	جامعة الموصل/ كلية الزراعة والغابات

أشكال الادخال :

كصرف تعني عملية الادخال لمربي النبات ادخال أنواع المحاصيل أو الاصناف أو السلالات.

من أحد الأقطار الى اقطار أخرى. ويمكن تقسيم أشكال الادخال :

- ١- ادخال محاصيل جديدة لا توجد في القطر.
- ٢- ادخال أصناف جديدة لمحصول موجود في القطر.
- ٣ ادخال صفات جديدة وللمحاصيل الموجودة.

١- بالنسبة لادخال المحاصيل الجديدة :

يقصد به الحصول الذي يؤتي به للمنطقة للمرة الأولى. هناك العديد من العوامل التي تشجع هذا الاتجاه أهمها احتياجات السوق للمنتجات الزراعية المهمة مثل :

الحاجة الى زيوت نباتية للاستهلاك المحلي. ولأغراض صناعية معينة. كما في ادخال العصفور والسلجم وعباد الشمس للحاجة الواسعة لمحاصيل الزيت. او ادخال الهوهوبا Tojba لاستعمال الزيت لأغراض صناعية معينة. ادخال الخروج في الولايات المتحدة.

(ب) الحصول على مصادر رخيصة للألياف لصناعة الورق.

(ج) مصادر رخيصة للبروتين مثل ادخال فول الصويا في العراق.

٢- ادخال أصناف جديدة :

نتيجة للتوسع في برامج التربية تختلف المحاصيل الحقلية والبستنية فانه يتم تبادل الاصناف المحسنة بين الأقطار المختلفة حول العالم. وقد أدى ذلك الى رفع نوعية المحاصيل المستعملة، حيث ان من النادر في الاقطار المتقدمة زراعيان تدخل صنفاً ناجحاً بالشكل الذي ادخل اليها بل تعمل على تحسينه. ومن الممكن تبادل الاصناف بين الاقطار التي تتشابه من ناحية المناخ والتربة. وفي العراق وكما ذكرنا آنفاً تم ادخال العديد من اصناف الحنطة والقطن والشعير والذرة الصفراء وغيرها من المحاصيل التي تستخدم الآن على نطاق واسع في الزراعة العراقية.

وقد تم ادخال هذه الاصناف من المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية وإيكاردا (المركز الدولي لأبحاث المنطقة الجافة) والفلبين والهند.

٣- صفات جديدة للمحصول:

وفي هذا الصدد يتم إدخال أصناف ذات صفة المقاومة للأمراض والحشرات والتبكير في التزهير والنضج واللون وتحسين النوعية. عادة يتم تهجين هذه الأصناف مع الاصناف المحلية بهدف نقل الصفات المرغوب فيها من الأصناف الأجنبية . وقد تستخدم الأنواع القريبة. وقد دفع هذا الاتجاه الدول المتقدمة بإنشاء بنوك للجينات Gene Banks التي تزايدت أهميتها بعد فقدان مصدر الجينات في المناطق الأصلية نتيجة للتوسع في استخدام الأصناف المحسنة.

الخطوات العملية لطريقة الإدخال:

يتضمن البرنامج العام إدخال أفضل الأصناف من الأقطار التي تزرع فيها هذه الأصناف على نطاق واسع ثم يتم تقويم هذه الأصناف وإطلاق أفضلها الى المزارع. وقد يشمل إدخال السلالات التجريبية من أقطار حيث تجري فيها برامج التربية للنوع كما في استيراد مثل هذه السلالات من المركز الدولي لتحسين الحنطة والذرة الصفراء في المكسيك او من المركز الدولي لبحاث المنطقة الحفافة (ايكارد). تتضمن الطريقة الخطوات التالية:

- ١- الحصول على كمية قليلة من البذور (٥-١٠ غم) من كل صنف أو سلالة .
- ٢- زراعة هذه المدخلات في مشاتل الملاحظة بطول ١-٢,٥ (خط واحد) لكل مدخل مع استعمال الاصناف المحلية المتداولة للمقارنة. قد يصل عدد المدخلات الى ١٥٠ مدخل كما في مشاتل الملاحظة الدولية ومكرر واحد. يتم تقييم المدخلات لصفات ارتفاع النبات، المقاومة للأمراض، موعد التزهير والنضج، شكل الحبوب.
- ٣- ينتخب عدد قليل من المدخلات المتفوقة في الصفات الجيدة والمرغوب فيها وتكثّر بذورها لغرض ادخالها في تجارب مقارنة الاصناف المكررة.
- ٤- اختبار الأصناف المتخبة في تجارب مقارنة الأصناف المكررة (٣-٤ مكررات) لعدة سنوات ولعدة مناطق من المنطقة المنوي نشر الصنف فيها مع استخدام أفضل الأصناف المتداولة للمقارنة . ويتم تقييم الأصناف للصفات الحقلية والانتاجية والنوعية المرغوب فيها.
- ٥- اكثار الصنف المتفوق على الصنف المحلي بهدف التوزيع على المزارعين كصنف جديد حيث يتم عمل الدعاية له وزراعته في التجارب الايضاحية في حقول المزارعين.
- ٦- الاستفادة من الصنف المدخل في برامج التهجينات مع الأصناف المحلية. من الأمثلة

على الاستفادة من هذه الطريقة هو ادخال الحنطة الماكسيياك وكوكورت س ٧١ وجوري وهذه الانواع من الحنطة تزرع على نطاق واسع في المنطقة الاروائية الوسطى من العراق والمنطقة الديمية مضمونة الامطار من شمال العراق.

Acclimatization

: الأقلمة

عندما يتم ادخال محصول جديد الى منطقة جديدة تماما فان المحصول يكون أقل ملائمة من منطقتة الأصلية. وفي حالات معينة تظهر الأصناف الداخلة (والتي اتسمت بأقلمة واطئة في البداية) أقلمة جيدة بعد عدة مواسم من زراعتها في البيئة الجديدة. يطلق على قدرة الصنف على الاستغلال والنجاح في البيئة الجديدة «بالأقلمة» acclimatization تحصل الأقلمة نتيجة للانحراف الوراثي genetic shift في المجتمع المتغير الذي تعرض الى تغيرات في الشد البيئي. تتأثر هذه القابلية على التغير بالعوامل الاتية:

أ- مدى التباين الوراثي ضمن مجتمع المحصول

ب- طبيعة التلقيح في النوع

ج- حيوية Longevity النوع

د- طبيعة وشدة التغيرات البيئية.

تحصل عملية الأقلمة نتيجة لعمل الانتخاب الطبيعي الذي يعمل على مجتمع غير متجانس. ففي البيئة الجديدة يميل التركيب الوراثي المتفوق الى التكاثر بنسبة أكبر مقارنة بالتركيب الوراثية غير المتأقلمة. ويحصل هذا اذا كانت هناك تباين وراثي للملائمة fitness الذاتى ضمن المجتمع. في الرسم الأحمر تم ادخال صنفين الأول offer والثاني Bjursele في شمال السويد وفي السنة الاولى كان حاصل الدريس للصنف الثاني أكثر بمقدار ٧٪ مقارنة بالصنف الاول، ولكن في السنة الثالثة ازدادت نسبة التفوق بمقدار ٦٧٪ والذي يعود الى تأثير التغيرات الوراثية على الصفات المؤثرة في الصفات الحقلية.

الكلمة في المحاصيل الخلطية التلقيح تكون عملية الأقلمة أسرع من المحاصيل الذاتية التلقيح الذي يعود الى زيادة نسبة الاتحادات الجديدة وعلى افتراض أن الاتحادات الجديدة تقود الى انتاج تراكيب وراثية أكثر انتاجية وأقلمة مناسبة. ومن جهة اخرى فان السلالات الأصلية تتغير ببطء شديد ولا تخضع للأقلمة ماعدا حصول الطفرات او حصول تلقيح

خلطي طبيعي (Poehlman - 1983). في المحاصيل الحولية او المعمرة (ذات العمر القصير نسبيا) نحصل على عدد أكبر من الأجيال مقارنة بالنباتات المعمرة ذات الجيل الطويل لذلك فان ذلك يقود الى زيادة الاتحادات الجديدة الوراثية. تتأثر الملائمة بعدد من العوامل منها: الشد البيئي مثل درجات الحرارة والجفاف والفترة الضوئية والامراض والتأثر بالحشرات، والعمليات الحقلية وغيرها من العوامل. كذلك فان التراكيب الوراثية المختلفة تتفاعل بشكل مختلف في البيئات المتغيرة. لذلك فان المجتمعات المستقرة نسبيا في بيئة معينة تصبح غير مستقرة في البيئات الجديدة. سيبحث هذا الموضوع بصورة مفصلة في التداخل الوراثي البيئي وأهميته في تربية المحاصيل المستقرة في فصول قادمة.

حفظ الأصول الوراثية: Germplasm conservation

من الاحتياجات الرئيسة لأي برنامج لتربية المحاصيل المختلفة هو مصادر للاختلافات الوراثية للصفات المطلوب تحسينها في المحصول. اول مصدر رئيس لذلك هو:

١- التغيرات الوراثية الطبيعية:

وهذا النوع من التغيرات يمكن استكشافه كما فعل الانسان السابق عن طرق الادخال البسيط ثم الانتخاب بالطرق المختلفة أو استخدامه عن طريق التهجينات المعقدة لغرض الحصول على التوافقات الجينية الجديدة. وقد تمت دراسة هذا النوع من التغيرات واستخدم على نطاق واسع في برامج التربية. مصادر هذا النوع من التغيرات هي:

(أ) الأنواع البرية للمحاصيل.

(ب) الاصناف البدائية القديمة.

(ج) الاصناف المحلية المنتخبة لظروف بيئية معينة (شكل ٩-١).

في الآونة الأخيرة اثبر العديد من التساؤلات حول فقدان هذا النوع من التغيرات الوراثي الطبيعي. فقد أدى استخدام الأنظمة الزراعية المتقدمة والكثيفة وانتشار استخدام عدد قليل من الأصناف العالية الانتاج من قبل المزارع وعلى نطاق واسع أدى الى اختفاء الكثير من الاصناف المحلية والبدائية من الزراعة التقليدية خصوصا في البلدان النامية مثل العراق. فقد أدى انتشار زراعة اصناف الحنطة المسكياك وغيرها من الاصناف المتقدمة الى اختفاء الكثير من اصناف الحنطة المحلية العراقية من مناطق زراعة الحنطة سواء في المنطقة الشمالية او الوسطى والجنوبية من القطر العراقي. كذلك فان الاستخدام الواسع لهذه الأصناف المتقدمة في البلدان المتقدمة أدى الى كوارث عندما:

٤٤

المراكن الرئيسية
الانواع البرية للمحاصيل
والاقرباء والانصاف لمباشرة
العمليات .



الأصول الوراثية



المراكن الثانوية
الانصاف المباشرة
الانصاف المحلية التي
تم انتخابها لظروف معينة

سلالات تربية متقدمة

اصناف مجمعة

الطفرات المنتجة

السيدات ذات التكاثر الخفوي

(نحتاج اليك وراكي)

شكل ٩-١ مصادر الأصول الوراثية

- (١) تتطور سلالة مرضية لا يستطيع الصنف المزروع مقاومتها .
- (٢) تغيير في نمط الظروف الجوية أو .
- (٣) الافتقار الى الأسمدة .

فحالات تطور سلالات جديدة من صداد الساق الأسود أدى الى اتلاف نسبة كبيرة من حنطة السهول العظمى في الولايات المتحدة . كذلك فان انتشار مرض اللفحة الجنوبية على الذرة الصفراء أدى الى فقدان ١٥ ٪ من الحاصل . في عام ١٩٧٠ . وقد حذر الكثير من العلماء من خطر التباين الوراثي الضيق في المحاصيل وفقدان التباين الطبيعي في مختلف أرجاء العالم ، وتشكل العديد من المنظمات الدولية والمحلية لغرض جمع وحفظ وتوزيع الأصول الوراثية . تسعى الخطوات التالية

محمدة بنعاج

٩. جمع العينات :

قبل ان توجه الى جمع العينات يجب ان نسأل السؤال فيما اذا كان هناك فقدان للجينات او التراكيب الوراثية للمحصول الذي نعمل عليه . في الحقيقة أشار Frankel و (Hawkes, 1975) الى أدلة تشير الى مثل هذا فقدان وكما أشرنا بالنسبة لاستعمال الانصاف الحديثة بدلا من الانصاف المحلية او لأسباب متعلقة بالنشاط الانساني في مجالات انشاء الطرق والتحصير او ادخال مواد كيميائية معينة (Reitz, 1976) .

أصبح جمع العينات لمعظم المحاصيل من الاهتمامات العالمية . ومن الناحية التاريخية قام الانسان بجمع النباتات الكاملة او اجزاها التكاثرية مثل البذور أو الاجزاء الخضرية . وقد انحصرت الأعمال الاولى في جمع العينات على النواحي التصنيفية أكثر من كونها الجمع بهدف حفظ الجينات . وقد كان العالم الروسي N.I. Vavilove من الرواد الاوائل في جمع الأصول الوراثية وقد سمي أكبر معهد لصناعة النبات في الاتحاد السوفياتي (سابقاً) بأسمه وهو معهد فافيلوف لصناعة النبات في عمود الاتحاد السوفياتي في لينينغراد .

بعد ان قام فافيلوف بجمع النباتات على نطاق واسع من سفرائه في اجزاء العالم المختلفة في اوائل القرن العشرين فإنه كون الأسس لمعرفتنا الحالية عن منشأ واستثناس نباتات المحاصيل . فقد افترض فافيلوف ان نباتات المحاصيل نشأت بالقرب من مراكز المنشأ Center of origin وتعرف مراكز المنشأ هذه بوجود أعلى قدر من التباين الوراثي للحصول فيها . وقد أشار هارلان (Harlan, 1971) الى وجود نوعين من المراكز الاولى مراكز المنشأ والثانية مراكز التباين الوراثي Centers of diversity وقد لا يتطابق المركزان . ففي بعض الأنواع افترض Harlan أن نشاطات استثناس النبات قد توسعت الى مناطق جغرافية واسعة لذلك لا يمكن استعمال مصطلح المركز ويجب تسميتها باللامركز non center للمحصول المعني .

على العموم فإنه يتوفر حالياً تباين وراثي لاغراض الجمع والحفظ . وفي الوقت الحاضر يقوم البرنامج العالمي لجمع ودراسة المصادر الوراثية لمنظمة الغذاء والزراعة الدولية (Anonymous, 1981) بتنظيم سفرات علمية منتظمة الى مراكز التباين المختلفة للمحاصيل بهدف جمع النباتات ودراستها والتي تصدرها في نشرة اخبارية خاصة . فعلى سبيل المثال أرسلت بعثات للدراسة الاصول الوراثية للذرة البيضاء في اليمن أو جمع الأصول الوراثية للحنطة من الهند والباكستان .

يوضح الجدول (٩-٢) مراكز التباين للنباتات المزروعة . ان شكل التباين في مراكز المنشأ غير مفهومة بشكل كامل لجميع المحاصيل حيث تتغير باختلاف المحصول . وقد ذكر Vavilove ان على قدر من التباين وأعلى تركيز للجينات السائدة يكون في مراكز المنشأ ثم تقل كلما اتجهنا الى الاطراف حيث نجد أن الجينات المتنحية تظهر كنتيجة لانتخاب مركز على الصفة أو الانعزال Isolation أو التربية الداخلية inbreeding فعلى سبيل المثال وجدت أشكال غير اعتيادية في حواف المركز مثل الذرة الشامية والشوفان ذي الحبوب الكبيرة وعديم الاغلفة في الصين . واذا توجهنا من مرتفعات جبال الهيمالايا باتجاه البحر

الأبيض المتوسط نجد زيادة مضطربة بحجم الثمار والبذور. كذلك وجد ان الحبشة هي الآن المصدر الوحيد لمقاومة فايرس الشعير الاصفر Barley yellow dwarf virus. كما وجدت جينات للتبكير في الحنطة والعدس والشعير من ادخالات جلبت من اليمن. وقد ذكر هارلان Harlan ان تطور الأنماط المختلفة في المراكز المصغرة microcenters للتباين أسرع من معدله في مناطق اخرى.

جدول ٩ - ٢ : مراكز التباين في العالم للنباتات المزروعة (Vavilove, 1951)

١. المركز الصيني : The Chines center الصين

<i>Avena nuda</i> Naked oat (secondary center of origin)	الشوفان
<i>Glycine hispida</i>	فول الصويا
<i>Phaseolus angularis</i> , Adzuki bean	
<i>Phaseolus vulgaris</i> , Been (Recessive form)sec.center	فاصوليا
<i>Brassica Juncea</i> , Leaf mustured.	الخردل الورقي
<i>Prunus armeniaca</i> , Aprieot	المشمش
<i>Prunus persica</i> , peach	الخوخ
<i>Citrus sinensis</i> ,	البرتقال
<i>Sesamum indicum</i> , sesame (مجموعه متوطنه من الاصناف القصيرة)	السسم
<i>Camellia (Thea) sinensis</i>	الشاي

٢. المركز الهندي : Indian Center الهند

<i>Oryza sativa</i> ,	الرز
<i>Eleusine coracana</i>	الدخن الأفريقي
<i>Cicer arietinum</i> chickpea	الحمص
<i>Phaseolus aconitifolius</i> , Math Bean	الفاصوليا
<i>Phaseolus calcaratus</i> , Rice Bean	الفاصوليا
<i>Dolichos biflorus</i> , Horse gram	
<i>Solanum melongena</i> , Egg plant	الباذنجان
<i>Raphanus caudatus</i> , Rat's tail radish	الفجل

<i>Cucumis sativus</i>	Cucumber	الخيار
<i>Gossypium arboreum</i> ,		القطن (الهندي (2X)
<i>Corchorus olitorius</i> , Jute		الجوت
<i>Piper nigrum</i>	pepper	اللفل الأسود

Th Indo— Malayan eenter

٢٢- المركز الهندي - الماليزي :

<i>Dioscora spp.</i> , Yam		اليام الموز
<i>Cocos nucifera</i>	coconut	جوز الهند

The central Asiatic lenter

٣. مركز آسيا الوسطى :

	(كشمير، باكستان، شمال غرب الصين)	
<i>Triticum aestivum</i> , Bread Wheat		حنطة الخبز
<i>Triticum compactum</i> Club Wheat		
<i>Triticum sphaerococcum</i> , Shot Wheat		
<i>Secale cereale</i> , Rye		الشيلم (مركز ثانوي)
<i>Pisum sativum</i>		البزاليا
<i>Cicer arietinum</i> chick pae		الحمص
<i>Seasamum indicum</i> Sesame		السسم (أحد مراكز المنشأ)
<i>Linum usitatissimum</i> , Flax		الكتان
<i>Carthamus tinctorius</i> Safflower		العصفور (أحد مراكز المنشأ)
<i>Daucus carota</i>		الجزر (مركز أساسي للاصناف الآسيوية)
<i>Raphanus sativus</i> Radish		الفجل (أحد مراكز المنشأ)
<i>Pyrus communis</i> pear		العرموط
<i>Pyrus malus</i> Apple		التفاح
<i>Juglans regia</i> Walnut		الجوز

The near eastern center

٤. مركز الشرق الأدنى :

(آسيا الصغرى وايران وتركستان والقوقاز)

<i>T. monococcum</i> , Einkorn wheat	حنطة اينكورن
<i>T. durum</i> Durum wheat	حنطة المعكرونة
<i>T. turgidum</i> , Poulard Wheat	حنطة بولارد
<i>T. aestivum</i> , Bread Wheat	حنطة الخبز

(مجموعه عديمه السفا متوطنه أحد مراكز المنشأ)

<i>Hordeum Vulgare</i> , Endemic group of cultivated tworowbaly	الشعير
<i>Secale cereale</i> , Rye	الشليم
<i>Avena byzantina</i> , Red oat	الشوفان الاحمر
<i>Cicer arietinum</i> , chick pea	الحمص (مركز ثانوي)
<i>Lens esculenta</i> , Lenil	العدس (مجموعة كبيرة من الأصناف المتوطنة)
<i>Pisum sativum</i> Pea	البازيلا (مجموعة كبيرة من الأصناف المتوطنة. مركز ثانوي)
<i>Medicago sativa</i> , Blue alfalfa	الجت الأزرق
<i>Sesamum indicum</i> , Sesame	السسم (مجموعه جغرافية منفصلة)
<i>Linum usitatissimum</i> , Flax	الكتان (عدة أصناف متوطنة)
<i>Cucumis melo</i> , Melon	البطيخ
<i>Amygdalus communis</i> , Almond	اللوز
<i>Ficus carica</i> , Fig	التين
<i>Punica granatum</i> , Pomegranate	الرمان
<i>Vitis vinifera</i> , Grape	العنب
<i>Prunus armeniaca</i> Apricot	المشمش (أحد مراكز المنشأ)
<i>Pistacia uera</i> , Pistachio	الفستق (أحد مراكز المنشأ)

The Mediterranean center

٥. مركز البحر الابيض المتوسط :-

<i>T. durum</i>	الحنطة الخشنة
<i>Avena strigosa</i> , Hulled oats	الشوفان المغطى
<i>Vicia faba</i> Broad Bean	الباقلاء
<i>Brassica oleracea</i> , Cabbage	القرنابيط

Oleaeuro Paea, Olive
Lactuca sativa, hettuce

الزيتون
الخس

The Ehiopian center

٦. مركز الحبشة :

الشعير والحمص والكتان والعدس ودخن finger millet ، والبراليا والسسم والتف teff والحنطة الخشنة .

South Mexican and central American الوسطى المكسيك وأمريكا
center

الفاصوليا ، الذرة الصفراء ، قطن أبلاند ، القرعيات مثل : الشجر والشجر الاحمر ،
والسيسال Sisal hemp

South American (Peruvian — E cuadorian Bolivian) أمريكا الجنوبية
center

فاصوليا ليما ، قطن سي ايلند ، البطاطا الحلوة ، البطاطا ، التبغ ، الطماطة .

أ٨ - المركز الشيلي :
Chiloe center البطاطا

Brazilian — Paraguayan center

ب٨ - مركز البرازيل والباراغوي

الكاكاو وفستق الحقل وشجر المطاط والأناناس Pineapple

أشارت دراسات Vavilove الواسعة عن التباين الوراثي الى وجود مادعاة بالتوازي في التباين بين الانواع القريبة من بعضها البعض سماها بقانون السلاسل المتشابهة في توريث التباين Law of Homologous series in heritable variation في القطن وجد تشابه في تباين لون الألياف (أبيض ، وقهوائي ، وأخضر) ولون البذور ونوع التفرع وشكل الأوراق ولون السيقان وتفتح الجوز بين أنواع القطن الهندي *Gossypium arboreum* والقطن الآسيوي *G. herbacium* والقطن الأمريكي *G. hirsutum* و *G. barbadense* . وتكمن أهمية ذلك لمكتشف النبات في كونه يستطيع تخمين الأشكال التي

لم يتم وصفها لحد الآن. وكمثال آخر يعد الشيلم *Secale cereale* أقل تباينا مقارنة في الحنطة ولكن دراسة مستفيضة لادخالات من جنوب آسيا أوضحت توازيا مقاربا في التباين لـ ٢٨ صفة حتى ولو كانت هذه الأنواع تعود الى أجناس مختلفة.

النواحي العملية في جميع العينات :

كما ذكرنا فان عملية جمع العينات وادخالها من العمليات الكبيرة ويجب على أساس ذلك ايجاد نظام للعمل بغية الجمع من المناطق المثلة ودراستها بشكل دقيق.

١. الانصالات :

عادة لا توجد صعوبة في الحصول على الاصناف من المحطات التجريبية ، الحداثق النباتية او الحقول التجارية ومربي النبات عن طريق المراسلة. ولكن هناك صعوبة في الحصول على الأنواع البرية أو أصناف من المناطق المحلية التي يتوجب جمعها عن طريق الرحلات الاستكشافية كما ذكرنا سابقا ، بعد تحديد هدف الجمع كأن يكون البحث عن أصناف من الحنطة مقاومة لسلالات معينة من صبدأ الساق. وقد يشمل البحث في مناطق واسعة وتحتوي على المصادر الوراثية. وقد يتقرر اجراء مسح مكثف لمناطق صغيرة لغرض الحصول على جميع التباينات.

٢. اماكن الجمع :

احيانا يكون من الصعوبة تحديد أماكن الجمع ولكن يفضل ان يبدأ الباحث في المناطق التي تشبه ظروف مناخها تلك الموجودة في القطر او المنطقة الذي يعمل فيها المربي. فقد لاحظ Vavilove ان مدخلات الحنطة الناجحة في روسيا تكون من تلك المناطق التي تشبه المناخ الروسي. ولكنه لاحظ ان هناك محاصيل معينة مثل البطاطا التي منشأها من المنطقة الاستوائية تنجح في الكثير من المناطق الاخرى. وكقاعدة يجب ان تخضع جميع المدخلات الى التجارب حتى يمكن للتأكد من مدى ملائمتها للظروف المحلية.

٣. ماهية الاجزاء النباتية التي يمكن جمعها :

يمكن الحصول على أغلب الادخالات بشكل بذور حيث ان مشاكلها قليلة جدا في الشحن ، ولكن الاجزاء الخضرية (ماعداء الأبصال) تتطلب اجراءات معينة للمحافظة

على حيوية الاجزاء الخضرية مثل عقل القصب السكري وفي المحاصيل البقولية تدخل دون الضروب البكتيرية المتوطنة ولكن يجب العمل على ادخال ضروب البكتريا الخاصة بها أيضا .

٤. أخذ البيانات : مواصفات المنتج

يجب اخذ بيانات كاملة عن محلات الجمع وبالتفصيل المذكورة في الجدول (٩ - ٣) والمتبع في قسم المصادر الوراثية . والذي يشمل على الاسم والموقع والمجتمعات النباتية المجاورة ومواصفات التربة والطوبوغرافية . ويتم اعطاء العينات ارقام الادخال في القطر كما مذكور في الجدول (٩ - ٤) عند الادخال للقطر او الجمع من داخله . ويحتفظ ببطاقة خاصة لكل مدخل كما في الشكل (٩ - ٢) .

٥. اجراءات الحجر الزراعي : الفهم قبل الدخول

قد تكون التدخلات مصدرا للعديد من الامراض والحشرات قد تسبب اتلاف المحاصيل المحلية ، لذلك يجب ان تمر العينات من خلال اجراءات الحجر الزراعي فيما اذا كانت اجزاء خضرية مثل البراعم والتي يجب تطعيمها على أصول مزروعة في مناطق منعزلة او تعفير البذور ضد الامراض وعادة تزرع الادخالات بصورة معزولة في السنة الاولى داخل البيوت الزجاجية .

٦. المحافظة على الاصول الوراثية :

عادة هناك صعوبة أكبر في الاحتفاظ بالادخالات أكثر من الصعوبة في احضارها . عندما تكون الكميات صغيرة يقوم مربو النبات بالاحتفاظ بها في حدائق نباتية للمحافظة عليها بصورة حية . ولكن وجود الآلاف من العينات يتطلب وجود هيئات متخصصة تقوم بالمحافظة على المجموعة وزراعتها من حين لآخر بهدف الحفاظ على جيويتها . مثل هذه الهيئات مشكلة في البلدان المتقدمة في هذا المجال مثل الاتحاد السوفياتي ، وفرنسا ، وإيطاليا ، والولايات المتحدة الأمريكية ، واليابان .

جدول ٩-٣ : إستارة تسجيل المعلومات عن مكان الجمع والمجتمع النباتي ومواصفات الطبوغرافية والتربة.



PLANT GENETIC RESOURCES DIVISION, BOTANY DIRECTORATE
ABU GHRAIB, IRAQ

COLLECTION RECORD

ACCESSION NUMBER

EXPEDITION	TEAM	DATE	SITE	SAMPLE	FIELD NO.
FAMILY		GENUS		SPECIES AND/OR LOCAL NAME	
SUMM. WINT.	SOWN	HARY.	WILD/ CULT.	IRR/ DRY	SEED
					VEG. P.
					HERB.
					PHOTO

SITE DATA

PROVINCE _____ VILLAGE NAME _____ KM READING _____

PRECISE LOCALITY _____

MAP SHEET	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	ASPECT	SLOP
	N S	N S			

SOURCE

☐ EAR ☐ FIELD ☐ THRESHING PLACE ☐ FARM STORAGE ☐ EXPERIMENTAL STATION ☐ SEED ☐ OTHERS

SAMPLE SIZE

☐ SINGLE PLANT ☐ SMALL POPULATION ☐ LARGE POPULATION

PLANT COMMUNITY

IMMEDIATE AREA _____

ADIACENT AREA _____

PATHOGENS AND PESTS _____

OPTIONAL SITE DATA

TOPOGRAPHY

LANDFORM

- 0 - swamp
1 - food plain
2 - plain, level
3 - undulating
4 - rolling
5 - hilly
6 - hilly dissected
7 - steeply dissected
8 - mountainous
9 - other

SITE

- 0 - level
1 - summit
2 - escarpment
3 - rounded summit
4 - upper slope
5 - mid slope
6 - terrace/cult. terr.
7 - lower slope
8 - open depression
9 - closed depression

DISTURBANCE FACTORS

GUIDE: 0 - none; 1 - marginal; 2 - low; 3 - medium; 4 - intense

<input type="checkbox"/> Cultivation	<input type="checkbox"/> Irrigation	<input type="checkbox"/> Fertility	<input type="checkbox"/> Erosion
<input type="checkbox"/> Biotic	<input type="checkbox"/> Fire	<input type="checkbox"/> Engineering	<input type="checkbox"/> Other

SOIL DESCRIPTION

TEXTURE

- 1 - sand
2 - silt
3 - clay
4 - sand - silt
5 - sand - clay
6 - silt - clay
7 - loam
8 - highly organic

STONINESS

- 0 - none
1 - tillage unaffected
2 - tillage affected
3 - tillage difficult
4 - tillage impossible
5 - essentially paved

DEPTH

- 1 - plow depth
2 - plow depth
3 - plow depth
4 - very deep

DRAINAGE

- 1 - imperfect
2 - moderate
3 - well drained
4 - excessive

pH

- 1 - very low (4.0)
2 - low (4.0 - 6.7)
3 - medium (6.8 - 7.5)
4 - high (7.6 - 8.5)
5 - very high (> 8.6)

SALINITY

- 0 - none
1 - low
2 - medium
3 - high

H CI. REACTION

- 0 - none
1 - effervescent
2 - CaCO₃ visible

COLOUR (MOIST RUBBED)

FOR ADDITIONAL INFORMATION USE REVERSE SIDE

جدول ٩ - ٤ : إستمارة تسجيل المصادر الوراثية .

**PLANT GENETIC RESOURCES DIVISION, BOTANY DIRECTORATE
ABU GHRAIB, IRAQ**

ACCESSION RECORD LIST

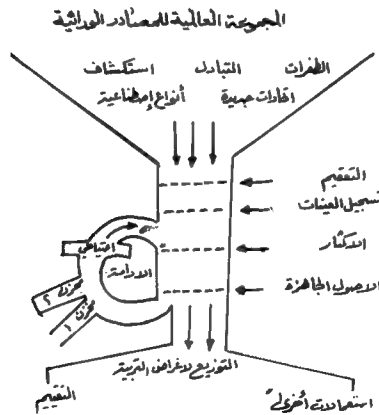
ACCESSIONS :

[illegible]

رقم الحقل	الاسم العلمي
الاسم المحلي	
بيانات عن موقع الجمع	
الوصف النباتي	
ملاحظات	بري
	مزرع
القائم بالجمع	التاريخ

شكل ٩-٢. نموذج لبطاقة تسجيل المدخل النباتي تحتوي على البيانات المجموعة عن النبات واسمه العلمي والمحلي وموقع الجمع والوصف النباتي.

ففي الولايات المتحدة الامريكية يخدم مختبر الاصول الوراثية التابع لوزارة الزراعة الامريكية والذي يقع في مدينة Beltsville ولاية ماريلاند كواجهة لادخال وتوثيق والتوزيع المبدئي وتبادل الاصول الوراثية كما في الشكل ٣. تقوم هذه المؤسسة بحفظ ٨٥,٠٠٠ أصل للحبوب الصغيرة منها و ٣٥,٠٠٠ للحنطة، و ٢٢,٥٠٠ للشعير و ١,٦٠٠ للشيلم والقمح الشيلمي، و ١٠,٠٠٠ للرز و ١٧,٠٠٠ للشوفان. عادة تزرع هذه الاصول دوريا للمحافظة على حيويتها لتلبية متطلبات مربّي النبات او العالم الوراثي (شكل ٩-٣).



شكل ٩-٣ نظام إدارة المجموعة العالمية للمصادر الوراثية لوزارة الزراعة الامريكية.

هناك مركز رئيس آخر في Fort Collins في ولاية كولورادو Colorado وهو المختبر الوطني لخزن البذور الذي بدأ العمل فيه عام ١٩٥٨. الهدف من انشاء المختبر هو تخزين جميع المواد المخزونة بشكل يحافظ على حيويتها. تحت ظروف درجات حرارة ورطوبة مناسبة. ويحتفظ المختبر الآن بحوالي ١١٠,٠٠٠ عينة.

تشمل مشاكل الخزن على النقاط الآتية :

١. انخفاض الحيوية بمرور الزمن.
٢. حصول تغيرات وراثية اثناء الخزن.
٣. مشاكل الاكثار والحفاظ على الحيوية.

أصلح

على الرغم من ان بعض الاصول يمكن حفظ بذورها لعدة سنوات ولكن بعضها يحتاج زراعتها سنويا للمحافظة عليها.

وتجرى الابحاث عن انظمة الخزن في الترويجين السائل لغرض اطالة عمر البذور.

أشار Frankel (1973) الى قائمة بمراكز الخزن في العالم. ولتركيز الاهتمام في حفظ المصادر الوراثية النباتية تم تأسيس المكتب الدولي للمصادر النباتية الوراثية.

International Board of Plant Genetic Resources (IBPGA) عام ١٩٧٣ والذي يقع في روما (إيطاليا) والذي يمول من قبل مجموعة من المنظمات الزراعية الدولية.

٧. التوزيع وأنظمة المعلومات :

لغرض الحصول على أفضل الخدمات يجب توفر الجينات للاستعمال من قبل أكبر عدد من العلماء. ففي الولايات المتحدة يوزع مايقرب من ١٩٠,٠٠٠ عينة سنويا بناء على طلبات مربّي النبات الذين يبحثون اما عن صفة معينة او لتقويم التباين الوراثي لجزء من المجموعة العالمية. ويتم تبادل المعلومات المحصل عليها من قبل المربي والتي تُعاد الى مركز المجموعة العالمية. في العراق، وفي عام ١٩٨١ تم تقويم ل ١٢٠ سلالة من الخنطة العراقية المجموعة من قبل مديرية النبات التابعة لوزارة الزراعة والاصلاح الزراعي آنذاك في جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات ثم أعيدت المعلومات المحصل عليها الى تلك الدائرة (العداري، تقرير غير منشور).

ان الحصول على نظام معين لتسجيل المعلومات عن الاصول الوراثية مهم جدا لمربي النبات. وقد اقترح Hersch و Rogers (١٩٧٥) نظاما يعتمد على الحاسوب بتسجيل

البيانات وتداولها بين مختلف مربّي النبات من ناحية توحيد تصنيف الأصول الوراثية والاستخدام العملي لها من قبل مربّي النبات.

تعمل منظمات دولية مثل المركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والخنطة (CIMMYT) في المكسيك، والمركز الدولي لأبحاث المحاصيل في المناطق الاستوائية شبه الجافة (ICRISAT) في الهند والمركز الدولي لأبحاث المناطق الجافة (CARDIA) والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة (ICSAD) في سوريا والمركز الدولي لأبحاث الرز في الفلبين (IRRI) والمركز الدولي للزراعة الاستوائية (CIAT) في كولومبيا. تقوم هذه المراكز في تجميع عدد معين من الأصول الوراثية بشكل مجاميع لأغراض مختلفة ويتم توزيعها على مربّي المحصول الذين يطلبونها في أنحاء العالم المختلفة. ويتم استعمال هذه الأصول في برامج التهجينات مع الأصناف المحلية من خلال برامج التهجينات الواسعة ويتم توزيع الأجيال الانعزالية أيضا. وقد تمت الاستفادة من هذه البرامج في العراق لغرض تحسين الصنف المحلي صابريك من خلال برنامج استمر طوال عشر سنوات تم من خلاله الحصول على سلالات محسنة تتفوق في الحاصل والمقاومة للأمراض.

ملخص :

من الضروري جدا المحافظة على الجينات بهدف استعمالها في الوقت الحالي أو في يوم ما في المستقبل. وقد أثبتت قيمة هذا الحفظ من خلال ادخال أصناف من الخنطة الناجحة في القطر والتي تكون مقاومة لبعض الأمراض خصوصا صبدأ الأوراق. وقد أثبتت عينات المحاصيل المجموعة من مختلف انحاء العالم في الحصول على صفات اقتصادية مهمة جدا خصوصا صفات المقاومة للأمراض وارتفاع النبات في مختلف انحاء العالم والذي يسد نفقات البعثات الاستكشافية المرسلة لغرض جمع هذه العينات

References

مصادر الفصل التاسع

- Adary, A.H. 1978. Genetic variation in durum Landraces and its use in durum wheat improvement. ph.D. dissertation, University of California at Davis. U.S.A.
- Annonymous— 1981. Plant Genetic Resources Newsletter— No. 47. FAO, Rome.
- Briggs, F.N. and P.N. and P.F. knowles. 1967. Introduction to plant Breeding. Reinhold publishing corporation. U.S.A.
- Creech, R.G. and L.P. Reitz. 1971. plant Germplasm now and for tomorrow— Adv. Agron. 23: 1 — 49.
- Frankel, O.H. and E. Bennett (eds). 1970. Genetic Resources in plants, their exploration and conservation. International Biological Programme. Handbook No. 11. Blackwell Scientific Oxford.
- Frankel, O.H. and J.G. Hawkes (eds). 1975. IBP Programm 2. Genetic resources for today and tomorrow. Cambridge Univ. Press. Canmbridge. U.K.
- Harlan, J.R. 1971. Agricultural Origins; Centers and non centers. Science 174: 468 — 474.
- Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. Am. Soc. Agron. and Crop Sci. Soc. Am. Madison, Wisc. U.S.A.
- Hersh, G.N., and D.J. Rogers— 1975. Documentation and information requirements for genetic resources application. pp 407 — 446. In. O.H. Frankel and J.G. Hawks (eds). Crop genetic resources for today and tomorrow. IBP. No.2. Cambridge Univ Press Cambridge, U.K.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd. ed. AVI. Publishing Co, INC Westport, Connecticut U.S.A. 103 — 113.
- Reitz, L.P. 1976. Improving germplasm resource. pp 85 — 97. In F.L. Patterson (ed.). Agronomic Research for Food. Am. Soc. Agron. Special pub. 26. U.S.A.
- Seigler, D.S. (ed.). 1977. Crop Resources. Academic Press, INC. New York. U.S.A.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant genetics and Breeding. John Wiley and sons. New York. pp 101 — 115.

الفصل العاشر الانتخاب والتهجين في المحاصيل ذاتية الاخصاب

بقدمه

الانتخاب الاجالي

الطريقة العامة للانتخاب الاجالي

النواحي الوراثية في الطريقة

الانتخاب الإجمالي وتنقية الأصناف

فوائد ونواقص الانتخاب الأجمالي

انتخاب السلالة النقية

تربية المحاصيل ذاتية الاخصاب عن طريق التهجين

الخطوات الاساسية في اتباع طريقة التهجين

المصادر

الفصل العاشر

الانتخاب والتجين في المحاصيل

ذاتية الاخصاب

١. الانتخاب

مقدمة :

كصريف

نعني بالانتخاب اختيار واكثار نبات أو مجموعة من النباتات ذات تركيب وراثي وصفات مرغوب فيها من عشيرة نباتية غير متجانسة من ناحية التركيب الوراثي . وستناول شكلين من الانتخاب :

(١) الانتخاب الاجمالي mass selection و (٢) الانتخاب الفردي Individual plant selection .

الانتخاب الأجمالي :

يعد الانتخاب الاجمالي في المجتمعات غير المتجانسة وراثيا من أقدم طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب . فقد كان المزارعون يقومون بانتخاب النباتات أو البذور المرغوب فيها من المجتمع المحلي غير المتجانس واستخدامها لزراعة المحصول التالي . وقد أدى استخدام هذه الطريقة الى ظهور تبايرات واسعة بين اصناف المحاصيل المحلية Landraces عبر الزمن خصوصا في مناطق الشرق الأوسط والهند والصين في محاصيل الحنطة والشعير والرز.

وفي الوقت الحاضر يستخدم مربو النبات هذه الطريقة لزيادة تكرار التراكيب الوراثية المرغوب فيها عند التربية الداخلية للمجتمعات المستنبطة عن طريق التهجين او استخدام المطفرات الاصطناعية .

في بداية القرن التاسع عشر كان الانتخاب الاجالي أحد الطرق الرئيسة لتحسين المحصول. حيث يتم انتخاب افراد من صنف غير متجانس أو من مجتمع انعزالي ناتج عن الهجين الاصطناعي. تدرس النباتات المنتخبة سنوية وتزرع بشكل اجالي في الموسم التالي. ويجب ان نذكر أنه في السنوات الأولى لتربية النبات لم تكن الأسس الوراثية التي استنبطها مندل معروفة كذلك نظرية السلالة النقية التي عرفها Johanssen. فقد كان مربو النبات ينتجون أصنافاً غير متجانسة لعدد من الصفات دون معرفة التكوين الوراثي للمواد التي يعملون عليها او النتائج الوراثية المترتبة على الانتخاب.

استخدامات الانتخاب الاجالي :

يستخدم الانتخاب الاجالي لغرض استنباط الأصناف في المحاصيل الذاتية الاخصاب ويرمي تحقيق عمليتين : (أ) انتخاب الأفراد و (ب) أخذ عينة من بذور النباتات المنتخبة. ويمكن اجراء الانتخابات وأخذ العينات في الوقت نفسه أو تكون عمليتين منفصلتين.

من الأمثلة على الأمثلة الانتخاب الاجالي والصفات التي نتجت من أجلها. في الشعير الأسود الديمي قام بها التميمي وجاعته (Tamimi, 1975, et al.) بانتخاب الشعير موصل ٧٢ المتفوقة على حاصل الشعير الأسود المحلي بنسبة ٢٨٪. أو الانتخاب لارتفاع النبات في الشوفان فقد أورد (Frey و Romers (1966 أنه بعد تنميه مجتمع من النباتات في الحقل واكتمال تزهير جميع النباتات قاموا بتقصير النباتات الى الارتفاع المطلوب لأحد الأصناف ذات الارتفاع المرغوب فيه (صنف Cherokee). أدى التقصير الى ازالة عناقيد النباتات الطويلة جدا وجزئيا بالنسبة للنباتات الأخرى الأقل ارتفاعا ولم يؤثر في عناقيد النباتات القصيرة. ولإزالة النباتات القصيرة جدا تم حصاد النباتات لأعلى ١٠ سم من النباتات المقصرة عند النضج حيث تم تجفيفها ودراستها معا. حصلوا على ٢٣ كغم من البذور. استعمل ٣ كغم لزراعة الجيل الثاني ووضع ١ كغم في المحزن البارد واحمال البذور المتبقية.

وهناك أمثلة أخرى عن الانتخاب الاجالي للنضج ، حجم البذور وتكون البذور في فول الصويا ، والانتخاب الاجالي لمقاومة ظروف التربة الكلسية.

الطريقة العامة للانتخاب الاجالي :

لايجاد صنف جديد بطريقة الانتخاب الاجالي تتبع الخطوات الآتية :

السنة الاولى : جمع بذور عدد من النباتات المنتخبة والتي يدل شكلها الظاهري على أنها متماثلة وممتازة بالنسبة للصفات المرغوبة . تخلط البذور وتستهمل كبذور في زراعة محصول العام التالي .

السنة الثانية : اجراء مقارنة صفات ومحصول النباتات الناتجة من البذور المنتخبة بصفات ومحصول النباتات الأصلية للصفة الأبوي وغيره من الاصناف المتوفرة . تحصد النباتات المتفوقة سوية وتستهمل كتقاوي للموسم التالي .

السنة الثالثة الى السادسة : تكرار تجارب مقارنة الحاصل لغرض التأكد من تفوق صفات الصنف المنتخب على الاصناف المحلية .

السنة السابعة : أكثر بذور الصنف بتوطئة توزيعه ونشره على المزارعين .

النواحي الوراثية في الطريقة :

يتوقف نجاح الانتخاب الاجالي في إيجاد صنف جديد ممتاز على التركيب الوراثي لنباتات الصنف الذي أجرى فيه الانتخاب . فإذا كان الصنف غير النقي ويحتوي على عدد كبير من التراكيب الوراثية المتباينة في قدرتها الانتاجية فان استعمال الطريقة سيؤدي الى انتخاب بعض السلالات الممتازة . حيث أن الانتخاب الاجالي الفعال في النباتات الذاتية الاخصاب سيؤدي الى الحصول على نباتات مرغوب فيها لا يمكن الحصول عليها بالتربية الداخلية دون الانتخاب . يعتمد تأثير الانتخاب على درجة تورث الصفة heritability للنبات أو البذرة في البيئة التي يزرع فيها المحصول . وان أي عامل يزيد من الاختلافات بين التراكيب الوراثية او يخفض من الاختلافات الوراثية سيزيد من درجة التورث وبالتالي مدى تأثير الانتخاب الاجالي . فعلى سبيل المثال فان الانتخاب الاجالي للمقاومة للأمراض يكون أكثر فعالية عند توفر اصابة متجانسة بالمسبب المرضي .

عادة تختلف النتائج الوراثية للانتخاب الاجالي في النباتات الذاتية الاخصاب عنها في الخلطية الاخصاب . ففي المحاصيل الذاتية الاخصاب يتناقص تكرار الأفراد الخليطة في كل جيل من أجيال التربية الداخلية وفي الوقت نفسه تزداد نسبة الأفراد الأصلية بغض النظر عن مدى تأثير الانتخاب . أما في المحاصيل الخلطية الاخصاب فيعتمد تكرار الأفراد الخليطة على التكرار الأليلي ، وان نسب التراكيب الوراثية الأصلية والخليطة في المجتمع

التربية بالمثل العائلي

$$H^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} \times 100$$

لن تتغير مالم يكن الانتخاب مؤثرا في تغيير التكرار الأليلي الذي يسيطر على الصفة المدروسة.

الانتخاب الاجالي وتنقية الأصناف :

نظرا لكون أغلب الاصناف المستعملة حاليا في العالم على درجة عالية من الأصالة والنقاوة فان بالامكان استعمال الانتخاب الاجالي في المحافظة على النقاوة في الأصناف الذاتية الاخصاب ويشمل ذلك اجراء عملية ازالة الشوارد roguing من الحقل أو ازالة البذور الغريبة من العينة وتكون الطريقة في الحنطة أو الشعير على وفق الآتي :

١. انتخاب ٢٠٠ نبات أو سنبلة ممثلة للصف الأصلي.
 ٢. زراعة كل نبات أو سنبلة في سطر منفرد. تستبعد السطور غير الممثلة للصف وذلك باتلافها قبل التزهير.
 ٣. تحصد السطور المتبقية معا لتكون النواة الجديدة للصف الأصلي.
 ٤. قد تعاد العملية للمحافظة على ميزات الصف.
- عادة لا تختلف السلالة الجديدة عن الصف الأصلي في الأقامة والآداء وتكون متفوقة في الحاصل.

فوائد ونواقص الانتخاب الاجالي :

فوائد الانتخاب الاجالي في المحاصيل الذاتية الاخصاب طريقة سريعة ورخيصة لزيادة تكرار التراكيب الوراثية المرغوب فيها في المجتمع خلال التربية الداخلية. أما المآخذ على الطريقة فتتلخص :

- (١) عيوب الانتخاب الاجالي يستعمل في البيئات التي تظهر فيها الصفة بشكل كامل ولهذا لا يمكن استعمال الطريقة في الفصول غير الملائمة أو البيئات الزجاجية حيث يتأثر ظهور الصفات.
- (٢) يعتمد تأثير الانتخاب الاجالي على درجة التوريث للصفة على أساس النبات أو البذور وبذلك تكون فائدته محدودة في الصفات ذات درجة التوريث الواطئة.
- (٣) لا يمكن معرفة ان كانت النباتات المنتخبة بشكل اجالي أصيلة أو هجينة. وحيث ان النباتات الهجينة تميل الى الانعزال في الجيل التالي لذلك يجب اعادة الانتخاب المظهري.

سخر

$Mst + Mse$

عبارة عن التراكيب الوراثية

المقاومة (ج)

فإذا كانت هجينة

فعلنا بفعل أن

كذلك في هذا الارتفاع

يقصد بالسلالة النقية النسل المنحدر من التلقيح الذاتي لنبات مفرد أصيل / عادة يكون الصنف المستنبط عن طريق السلالة النقية أكثر تجانساً من الصنف المستنبط عن طريق الانتخاب الأجمالي وذلك لكون جميع النباتات ذات تركيب وراثي واحد على افتراض ان النبات الأصلي نقي في جميع مواقع الجينية. وقد استعملت هذه الطريقة بنجاح في تحسين بعض المحاصيل في القرن التاسع عشر قبل اكتشاف أساسها العلمي الذي عرف فيما بعد بنظرية السلالة النقية Pure-line theory. وقد أثبت Johannsen وهو عالم نبات دانمركي وهو الذي استنبط النظرية عام ١٩٠٣ من دراسة الانتخاب في عينة خلطة من الفاصوليا، ان التباين الملاحظ بين نباتات إحدى السلالات النقية هو تباين بيئي (لايورث) وعلى أساس ذلك فان الانتخاب داخل السلالة النقية أو داخل الصنف الناتج عن سلالة نقية يعد عديم القيمة ولن يؤدي الى تحسين اية صفة من الصفات المدروسة. اما اذا كان الصنف الذي يجري فيه الانتخاب الفردي عبارة عن خلطة من السلالات النقية بعضها ممتاز والبعض الآخر ردي فان مما لاشك فيه أن انتخاب تركيب وراثي ممتاز يؤدي الى تحسين الصفة المتخبة، وهذا ما حصل عليه Johannsen حيث كان الصنف الأصلي خليطاً لعدد من التراكيب الوراثية بالنسبة لوزن البذور وبذلك فصل الصنف الاصلي الى عدد من التراكيب الوراثية بالنسبة الى حجم البذرة :

الخطوات الأساسية للطريقة :

١. انتخاب بضعة مئات من النباتات الممتازة من أحد الأصناف الخلية.
٢. زراعة بذور كل نبات في سطر مفرد في الأجيال التالية ، وتنتخب السطور المتفوقة في الصفات الاقتصادية وتهمل بقية السطور.
٣. اجراء تجارب مقارنة الحاصل والصفات الاخرى للسلالات النقية وباستخدام الصنف الأصلي والأصناف التجارية للمقارنة.
٤. اكثار أفضل السلالات وتوزيعها على الزراع.

مثال : مثال والهدف الهدف الطريقة وحوالي

الصنف صابريك صنف من الحنطة الناعمة ويزرع على نطاق واسع في منطقة الجزيرة من شمال العراق. وهو صنف محلي خليط من عدد من التراكيب الوراثية. وقد تم عزل حوالي ١٤ سلالة نقية منه باستخدام طريقة السلالة النقية وحد أن بعضاً منها مثل

السلالات SB₁₃ و SB₁₄ متوقفة في حاصلها على الصنف الأصلي والصنف المكسيكي نوري ٧٠ (Adary, 1985).

وقد أشار (Poehlman, 1983) الى أن الاهتمام ولسنوات عديدة قد انصب على استنباط الأصناف النقية وهي على درجة عالية من التجانس في المظهر والآداء. وهذا يبدو واضحاً جداً في الأصناف الداخلة الى العراق مثل مكسيك ٧٠، أبو غريب ٣ وغيرها. في بعض الأحيان يكون هذا الاتجاه غير مرغوب فيه في استنباط الأصناف. حيث أن زراعة هذه الأصناف وعلى نطاق واسع تجعلها عرضة للإصابة بكائنات مرضية على درجة عالية من التخصص. وقد أقترح ادخال بعض التغيرات على الأصناف للأسباب التالية:

- (١) الصنف المتغير يكون أكثر قابلية على التأقلم في عدة أشكال من البيئات.
- (٢) إنتاجيته أكثر استقراراً عند تغير الظروف الموسمية كالأمطار أو تغير درجات الحرارة.
- (٣) يوفر حماية أوسع ضد الأمراض.

- أما الاعتراضات على الأصناف المتباينة وراثياً والخليطة فإنه يستند على أنها:
- (١) أقل جذباً للاستعمال مقارنة بالأصناف المتجانسة.
 - (٢) من الصعوبة تمييزها خصوصاً في برنامج اعتماد الصنف.
 - (٣) أقل حاصلأ من افضل التراكيب الوراثية ضمن الخليط.

Hybridization

تربية المحاصيل الذاتية الاخصاب عن طريق التهجين

مقدمة:

في طريقة التربية عن طريق التهجين Hybridization في المحاصيل الذاتية الاخصاب يتم التهجين بين الاصناف بهدف الجمع بين الصفات المرغوب فيها للآباء في النسل الانزالي. عادة تكثر السلالات من النباتات المنتخبة وتختبر من ناحية امتلاكها توافقات جيدة للصفات الأبوية. أتبعَت الطريقة في مطلع القرن التاسع عشر عند شعور الكثير من مربّي النبات باستنزاف جميع امكانيات تحسين المحاصيل الحبوبية عن طريق الانتخاب والادخال فضلاً عن ذلك فان اعادة اكتشاف قوانين مندل في الوراثة قد أثارت الاهتمام بطرق التهجين. لذا عم استعمال هذه الطريقة لزيادة التباين الوراثي ومن ثم الانتخاب. وخلال الخمسين سنة الأولى من هذا القرن أصبح الهجين المصدر الأولي

للحصول على الأصناف الجديدة في المحاصيل الذاتية التلقيح. في عام ١٩١٩ استنبطت (٤) أصناف من أصل (١٢) صنفاً عن طريق التهجينات أما في عام ١٩٥٩ فقد استنبط (١٤) صنفاً من أصل (١٦) صنفاً عن طريق التهجين في الولايات المتحدة الأمريكية.

الخطوات الأساسية في اتباع طرق التهجين :

- (أ) يعتمد نجاح عملية التربية من خلال التهجين من ملاحظة النقاط التالية :
- (ب) تحديد الهدف من التربية بدقة.
- (ج) اختيار الآباء.
- (د) استخدام الطرق المناسبة للتهجين.
- (هـ) اجراء عمليات الانتخاب والسجلات بصورة ملائمة.

للحصول

٢- تحديد الأهداف :

يعد تحديد الهدف من اتباع طريقة التهجين في التربية من العناصر المهمة جداً في برامج التربية الحديثة على الرغم من حصول بعض النجاح من التهجينات العشوائية. ولتحقيق ذلك ينبغي ملاحظة النقاط الآتية :

- (١) دراسة الصنف المنوي تحسينه عن قرب للتعرف على نقاط الضعف التي تحدد الانتاجية او تحد من قبول المستهلك لها.
- (٢) من المفضل المحافظة على أغلب الصفات المرغوب فيها للأصناف الناجحة في المنطقة. لذلك فان الاهداف تتحدد بتحسين الأصناف الموجودة باحدى او بعدد قليل من الصفات مثل التحسين للمقاومة لصدأ الورقة أو السبثوريا في حنطة الصابريك ، تقصير الساق وزيادة قوته لتحسين المقاومة للاضطجاع بهدف زيادة استخدام الأسمدة النتروجينية أو تحسين الانتاجية ، بالنسبة للحاصل فشاكلة معقدة من حيث انخفاض درجة توريث الصفة والأقلمة للظروف الواسعة.

ب- اختيار الآباء لغرض التهجين :

الصنف المزمع انتاجه يخطط له. أن يحل محل الصنف المستخدم. حالياً لذلك فمن المنطقي ان يكون الصنف المستخدم حالياً هو أحد الآباء. وفي أية حالة يجب اختيار الصنف

على أساس قابليته المؤكدة في المنطقة المنوى استعماله فيها . أما الأب الثاني فيجب اختياره كأساس مكمل للصفة الأول بالنسبة للصفة المطلوب تحسينها وعلى هذا الأساس يجب ان يكون متميزاً بالنسبة للصفة المطلوبة . قد نحتاج أحياناً الى أب ثالث أو رابع لغرض الحصول على الصفة المطلوبة أو التوافقات المرغوب فيها . وهذا متبع حالياً في برامج التربية الكبيرة حيث يتم الحصول على الهجن الثلاثية $(A \times B) \times C$ أو المزدوجة $(A \times B)$ $(C \times D)$. على العموم فإن هذا الاتجاه يزيد من التباين الوراثي ويزيد من صعوبة ادارة الأجيال الانعزالية . ومن المفضل اجراء عملية التحسين بخطوتين أو أكثر .

يفضل ايضاً البحث في المصادر عن أسماء الأصناف التي تكون قد استعملت من قبل مربين آخرين . ويمكن الاستعانة بقوائم الأصناف من مرابي نبات آخرين أو من منظمة الغذاء والزراعة الدولية F A O . وقد يكون من الصعوبة إيجاد الصفة في الأب الثاني خصوصاً المقاومة للحشرات والأمراض والذي يتطلب الغزلة لمجاميع كبيرة من الأصناف لإيجاد مصدر للمقاومة . وعلى العموم يمكن الحصول على المصادر الوراثية اللازمة من الاتصالات مع بنوك الجينات أو برامج التربية الدولية مثلاً بالنسبة للحنطة والشعير والقمح الشبلي يمكن الحصول على مواد التربية من المركز الدولي لتحسين الحنطة والذرة الصفراء في المكسيك أو من المركز الدولي لبحاث المناطق الجافة - حلب - سوريا . وبالنسبة للرز فإن المركز الدولي لبحاث الرز في الفلبين .

أحياناً قد يكون الهدف هو تحسين صفة الحاصل دون تعديل صفة معينة . في هذه الحالة يختار الصنف الآخر دون معرفة أنه سيكمل الصنف الأول أولاً . أو اختيار صنف ثانٍ ذي إنتاجية عالية من منطقة أقلية الصنف الأول نفسها . حيث يحتمل ان يكون لكلا الصنفين العديد من الجينات المشتركة خصوصاً في المناطق المتطورة في التربية للحصول من فترة طويلة . ان اختيار الأب الآخر من مناطق مختلفة في الأقلية يهدف الى جمع الجينات ذات التأثير الكبير major gene من المناطق المختلفة وتركيزها في صنف معين .

يستند اختيار الآباء المؤثر في درجة توريث الصفات ومقدار التباين الوراثي بين الآباء . فإذا كانت الصفة ذات درجة توريث عالية فإن بالامكان تمييز التراكيب الوراثية المرغوب فيها بسهولة . اما اذا كانت درجة التوريث واطئة للصفة فإنه يجعل من مشاركة الأب الجيد صعوبة جداً . كذلك اذا كان للآباء التركيبة الوراثية نفسها أي لا يوجد تباين وراثي فإنه لا يمكن توقع أي تقدم من عملية التهجين . يمكن التغلب على هذه المشكلة

باستخدام عدد أكبر من الآباء كما ذكرنا سابقاً في برنامج التهجين حتى ولو كان لهم المظهر نفسه. وفي هذه الحالة يأمل المرء في الحصول على انغزال تفوق (Welsh, 1981) transgressive segregation.

ج - اجراء التهجينات والحصول على الأجيال الأولى :

تستغرق عملية التهجين بين الأصناف أقل وقت مقارنة بالوقت الذي تستغرقه مراحل برنامج التربية التالية. وهي عملية بسيطة تتضمن تحويل أحد الأبوين الى انثى وذلك بإزالة الأعضاء الذكورية بعملية الاخصاء Emasculation للزهرة ثم اجراء عملية التلقيح Pollination نقل حبوب اللقاح من زهرة الأب الذكر الى الزهرة المخصية. يجب تعديل مواعيد ازهار الآباء لتتوافق اثناء عملية التزهير. نحتاج عادة الى عدد قليل من البذور الهجينة (في الحنطة ٢٥ - ٥٠ بذرة) ويجب العناية بأخذ المعلومات عن كل أب خصوصاً في الدراسات الوراثية. تتضمن عملية الاخصاء ازالة المتوك بالملقط أو بعملية المص ان كانت صغيرة (في الرز أو الذرة البيضاء) أو استعمال الماء الحار أو البارد ان كانت المتوك حساسة لدرجات الحرارة بشكل تختلف عن المدقة. عادة من السهولة ازالة المتوك عند وصولها الى مرحلة النضج. ويجب تحاشي جرح الاعضاء الزهرية خصوصاً في البقوليات. ويجب استعمال أدوات اخصاء معقمة خالية من حبوب اللقاح باستعمال الحرارة او الكحول. تهمل الازهار التي انتجت حبوب لقاح ويجب اجراء عملية الاخصاء في مرحلة التطور الزهري نفسها واجراء التلقيح في المرحلة نفسها. عادة تغطي الأزهار المخصية لمنع التلقيح الخلطي بكيس كلاسين glassine bage كما في الحنطة أو استعمال مواد مسامية مثل الكلينكس عند ارتفاع درجات الحرارة (كما في الشعير) والتي تزيد من الرطوبة داخل الكيس. توضع علامة على النبات يكتب عليها الآباء وتاريخ الاخصاء ، (راجع Bahanderi, 1979 للمزيد من التفاصيل).

احياناً تستغرق عملية التهجين وقتاً لذلك يدخل مرءي النبات احياناً جينات العقم الذكري لتشجيع التهجين الطبيعي خصوصاً في الشعير وفي وقت اجراء الانتخاب تزال جينات العقم الذكري. ويعود الحصول الى حالة التلقيح الذاتي.

التلقيح لانتاج الجيل الأول :

وهذه عملية نقل لحبوب اللقاح من متك ناضج مكسور الى ميسم الزهرة المخصية. قد تستعمل فرشاة أو أبرة تشريح مطروقة في عملية النقل أو خض زهرة ذكورية كاملة فوق الزهرة المخصية. اذا كانت الزهرة الذكورية معرضة لزيارة الحشرات فيجب تغليفها بكيس

ورقي . تجرى العملية في الحنطة بعد ١ - ٣ أيام من الاخضاء وتختلف هذه الفترة باختلاف نوع المحصول . يجب اجراء تجارب حول أفضل موعد في المناطق المختلفة . بعد التلقيح بحوالي ٥ - ٧ أيام يتم التأكد من حصول الاخصاب وتكوين البذور بفتح الكيس وفحص البذور المتكونة على السنابل ثم تترك حتى النضج والحصاد لتعطي بذور الجيل الأول F_1 . وفي الفصل القادم سيتم تناولها . تناول الطرق المستخدمة لإدارة المجتمع النباتي في الجيل الثاني F_2 والأجيال اللاحقة وصولاً الى مرحلة اطلاق الصنف .

References

مصادر الفصل العاشر

- Adary, A.H. 1985. Preliminary Studies on pure lines population isolated from the local Landrace Saberbeg wheat (*Triticum aestivum* L.) Zanco vol. 3 No. 4: 17–30.
- Bhandari, M.M. 1979. Practicals in plant Breeding. 2nd ed Oxford and IBH. Publishing Co. New Delhi, India.
- Fehr, R.W. 1987. Principles of cultivar Development Volum 1. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company, New York. U.S.A.
- Romero, G.E., and K.J. Frey. 1966. Mass Selection for Plant height in oat population. Crop Sci. 6: 283–287.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. Avi publishing, INC. Westport, Connecticut. U.S.A. pp 120–121.
- Tamimi, S.A., A.K.Al- Fakhry and G.M. Kassim. 1975. Yield improvement in a local barley variety by mass selection. Mesopotamia. J. Agric. vol. 10 Nos. 1 and 2: 21–26.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons.

الفصل الحادي عشر طريقة النسب

Pedigree Method

مقدمة

نظم التسمية والرموز

الخطوات العملية

مقدار التباين الوراثي المتوقع

عدد الأجيال الانتخابية

انتخاب الصفات

البيئات الانتخابية

حفظ السجلات

الاعتبارات الوراثية

مميزات طريقة الانتخاب النسب

المصادر

الفصل الحادي عشر

طريقة النسب

Pedigree Method

مقدمة :

كما يدل الاسم فان الطريقة تحتفظ بسجلات دقيقة عن سلالات الافراد أو السلالات الأبوية في كل جيل . وقد استعملت طريقة النسب منذ اعادة اكتشاف قوانين مندل . تتيح طريقة النسب في كل جيل الى تتبع الانتخابات الى التوافقات الأبوية ويسمح هذا النظام بالمقارنة بين المتخبات في كل جيل . تؤخذ ملاحظات عن كل نبات أو عائلة بعد كل اثمار تشمل على قوة النمو، وموعد النضج والمقاومة للأمراض وغيرها . وفي الأجيال المتقدمة تسجل ملاحظات أولية عن الحاصل . توفر هذه المعلومات الأساس لاتخاذ قرار معين لاستبعاد سلالات معينة اثناء برامج التربية حتى يتم تقليص عدد محدود من السلالات في التقييم النهائي . تعطي المعلومات المسجلة من هذه الطريقة لمربي النبات الفرصة لاختد أعلى عدد من العينات الناشئة من أصل متنوع . وكمثال عند انتخاب سلالتين ذواتي طاقة محصولية متماثلة ولكن من مصادر مختلفة . تتيح الطريقة لمربي النبات استعمال مهارته في الانتخاب ودراسة توارث بعض الصفات المهمة مما يوسع المعرفة الوارثية عن المحصول :

عند استعمال هذه الطريقة في المحاصيل الذاتية الاخصاب يضع المربي دائماً في حسابه تغيير الهيكل للمجتمع النباتي الذي يتعامل معه . ومن النقاط المهمة الواجب مراعاتها في الطريقة :

١. العمل في الحصول على أعلى طاقة كامنة من التهجين وذلك بالحصول على انحرافات واسعة في الجيل الثاني ويجب ان تكرر الصفات المنتخبة في الأجيال التالية بعد الجيل الثاني.
٢. تتناقص نسبة الخلط سريعا في الأجيال التالية من الجيل الثاني الى الخامس حيث تتناقص الانحرافات ضمن هذه الأجيال . ويعني هذا الاهتمام المربي بصفات النبات المفرد في الأجيال الاولى وبصفات السلالة أو العائلة في الأجيال اللاحقة.

نظام التسمية والرموز: الملاحق.

عند استخدام طريقة النسب من المهم استخدام نظام معين. قبل استخدام الحاسوب تكتب المعلومات الأبوية وكما يلي $[(A \times B) \times C]$ الأب \times الأب D وهو هجين معقد ويعني أن الهجين الأول هو $(B \times A)$ وإن الجيل الأول (F_1) أو بعضاً من نسل الهجين (BXA) هجن مع الأب (C) وآخر هجين كان مع الأب (D) . وإن الاستخدام المتكرر لآخذ الآباء في التهجين الرجعي يكتب بشكل (AXB^3) يعني ثلاث جرع من الأب (B) . بعد ادخال الحاسوب غيرت الرموز الى لغة الحاسوب وكما يلي الهجين السابق نفسه.

$$D \times (C \times (A \times B))$$

وفي التهجين الرجعي $A \times (B)^3$ (رأس)

ولاعادة بناء توالي التوافق الأبوي احداث الآباء المستعملة يكون الى الميمن . لذلك يمكن
 تخزين النسب واستعادته من الحاسوب (Lamcraft and Finla, 1973).

نعرف اعداد المتخبات مصدر الفرد المنتخب في كل جيل ، فعلى سبيل المثال نسب اثنين من المتخبات من الهجين $A \pm B$ يمكن ان تكون كالآتي :

$$(A * B) / 1 / 7 / 3 / 5$$

$$(A * B) / 1 / 7 / 9 / 15'$$

الخط المائل "٣" يشير الى ان العدد التالي هو تمييز المتخبات. ففي هذا المثال يشير الرقم "1" الى رقم النبات واحد من الجيل الاول (F_1) ، والرقم "7" الى النبات السابع في الجيل الثاني (F_2) والرقم "3" أو "9" يشير ان الى نباتات معينة أو سطورا في الجيل الثالث (F_3) و "5" و "15" فتشير الى مصدر الجيل الرابع ان كلا المتخين قد نشأ من نباتات

الجيل الاول والثاني نفسه ولكنها افرقا في الجيل الثالث (F_3). وقد وضع برنامج للحاسوب بحيث تعطي آليا نسب كل دورة من المادة المتخبة. وفي حالات اخرى تجري ذلك بدويا. على العموم وكما ذكرنا في طريقة النسب تستعمل السجلات بشكل واسع.

الخطوات العملية :

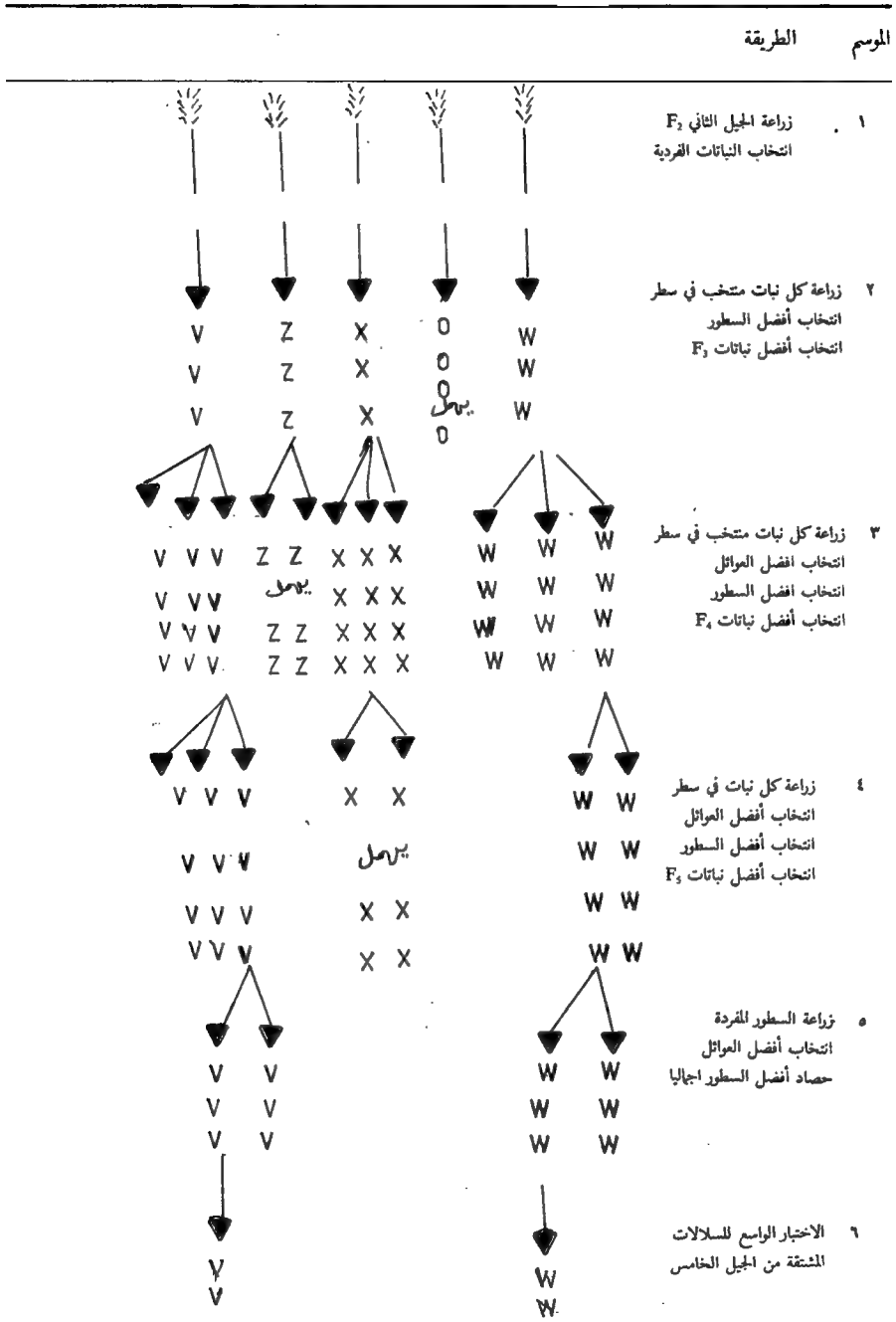
يبدأ الانتخاب المنسب بشكل عام من مجتمع الجيل الثاني (F_2) أو (S_0) ويستمر حتى يتم استنباط السلالات الأصلية. الشكل (١١ - ١) يوضح طريقة النسب. يتم ممارسة الانتخاب من نباتات الجيل الثاني وفي الجيل التالي يتم انتخاب أفضل سلالات ($F_{2:3}$) ثم يتم انتخاب أفضل نباتات الجيل الثالث ضمن الخطوط المتخبة. وفي الموسم التالي والأجيال اللاحقة من التربية الداخلية يتم التعرف على أفضل العوائل المرغوب فيها ثم تنتخب السلالات المرغوب فيها من ضمن العوائل المتخبة وأخيرا يتم حصاد أفضل النباتات ضمن السلالات المتخبة بشكل فردي. يطلق اسم العائلة Family على السلالات المشتقة من نباتات أنتخت من نفس سطر النسل في الجيل السابق. وكمثال على طريقة النسب (Fehr, 1987) يتبع مايلي :

جيل التهجين : القيام بتهجين الصنف B X A والحصول على الجيل الأول.

الجيل الأول : F_1 تنمية ٥٠ - ١٠٠ من نباتات الجيل الأول. قبل الحصاد يتم ازالة النباتات التي قد تكون نشأت عن طريقة التلقيح الذاتي.

الجيل الثاني : F_2 زراعة ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ من نباتات الجيل الثاني ($F_{0.5}$) على مسافات مناسبة تسمح باجراء انتخاب للنباتات الفردية. يتم انتخاب النباتات المرغوب فيها المتفوقة والتي تجمع بين صفات الأبوين وتحصد بشكل فردي أي كل نبات متخبط يوضع في كيس منفصل.

شكل ١١-١ : طريقة النسب بعد الحصول على نباتات الجيل الأول F_1



عن : Fehr, 1987 ص 334.

الجيل الثالث : F_3 زراعة سطور النسل $F_{3:3}$ أي زراعة كل نبات منتخب من الجيل السابق في سطر مفرد. تزرع البذور داخل السطر على مسافات أيضا بحيث يمكن تمييز النباتات بشكل واضح. يلقح ذاتياً عدد كافٍ من النباتات ضمن السطر لتأمين اجراء الانتخاب بين النباتات ضمن السطر، تنتخب أفضل السطور ثم تلقح أفضل النباتات ذاتياً ضمن السطور المنتخبة. تحصد ٣ - ٥ من أفضل النباتات ضمن السطور. عادة يحتفظ بحوالي ٥٠ - ١٠٠ من العوائل في نهاية الجيل الثالث. ويجب المحافظة على رقم النبات والسطر.

الجيل الرابع الى الجيل السادس : $F_4 - F_6$ زراعة نسل الجيل الرابع لكل نبات منتخب من الجيل الثالث (4: F_3) في سطر. وتزرع نسل النباتات التي جاءت من السطر نفسه في الجيل السابق كعائلة في السطور المجاورة. يعاد الانتخاب من العوائل المتفوقة حتى يتم الحصول على التجانس. أي تنتخب أفضل العوائل ثم أفضل سطر داخل العائلة ثم أفضل نبات داخل السطر المنتخب. ان العدد الكلي من السلالات في نهاية هذه الفترة يختزل ويكون بين ٢٥ - ٥٠ سلالة وهي تعطي نباتات الجيل السابع.

الجيل السابع : F_7 تزرع النباتات المنتخبة من الجيل السابق كل في سطر لتكون في مشتل للملاحظة (SN) Screening nursery ثم تحصد السطور المتجانسة بشكل اجمالي.

الجيل الثامن : F_8 ادخال المنتخبات في تجربة مقارنة الحاصل الابتدائية Preliminary yield test

الجيل التاسع - الجيل الثاني عشر : $F_9 - F_{12}$ يتم اختبار السلالات المتبقية في حاصلها مقارنة بأفضل الأصناف التجارية ويتم ابقاء أفضل السلالات للاختبار في التجربة التالية.

وخلال مرحلة الاختبار تؤخذ ملاحظات عن الارتفاع ، مواعيد النضج ، المقاومة للأمراض والحشرات ، النوعية وصفات أخرى. ان تنمية السلالات في تجارب الحاصل في مواقع متعددة سيساعد في تمييز السلالات ذات الأقلعة الواسعة. وفي نهاية فترة ثلاثة الى خمسة سنوات من الاختبار سيبقى عدد قليل من السلالات واذا ما كانت متفوقة على الصنف التجاري يتم اختبار سلالة واحدة للاكثار والتوزيع كصنف جديد.

الجيل الثالث عشر- الجيل الخامس عشر: $F_{15}-F_{13}$ اكثار البذور تمهيدا للتوزيع كصنف جديد. $F_{15}-F_{13}$.

عدد المتخبات :

هناك عدد من العوامل التي تحدد عدد النباتات والسلالات والعوائل المتخبة في كل جيل من طريقة النسب وهي :

١. المصادر المتوفرة :

ففي اي برنامج للتربية فان عدد التراكيب الوراثية التي يتم تقويمها يعتمد على توفر الوقت والعمالة والارض وغيرها. ففي طريقة النسب يجب تحديد العدد الكلي لسطور النسل التي يمكن تنميتها وعدد النباتات الفردية التي يمكن تقويمها في كل موسم ولجميع الاجيال الانتخابية. وكما في الشكل ١١ - ١ الخطوط العامة والمستعملة للحصول على مجتمع جديد. وفي برنامج التربية الجاري فان كل خطوة من العملية تنفذ في نفس الموسم بمواد التربية التي تدخل البرنامج في كل سنة. ففي اي موسم يكون للمربي نباتات F_2 ، وسلالات $F_{2:3}$ و $F_{3:4}$ و $F_{4:5}$ وهكذا. ولهذا السبب يجب حساب المصادر المتوفرة للبرنامج باستخدام طريقة تسجيل النسب.

٢. مقدار التباين الوراثي المتوقع :

يوضح الجدول ١١ - ١ التباين التجميعي المتوقع بين وضمن السلالات خلال التربية الداخلية دون اجراء أي شكل من الانتخاب. إن قيمة هذا التباين بين سلالات $F_{2:3}$ أعلى من التباين المتوقع ضمن السلالات خلال الاجيال الاولى من التربية الداخلية. لذلك من الضروري انتخاب اعلى عدد ممكن من سلالات ($F_{2:3}$) وتقويمها والاحتفاظ بالعدد من عوائل (F_2) المختلفة لاغراض الاختبار المكرر بعد اتمام عملية الانتخاب المنسب.

ان احد الاسباب الكامنة للاحتفاظ بنسب كل سلالة هو التقليل من القرابة بين السلالات المتخبة من البرنامج مع التأكيد على التركيز على عدد عوائل الجيل الثاني المتخبة والمحتفظ بها.

الجدول ١١ - ١ : التباين الوراثي التجميعي المتوقع بين وضمن السلالات خلال عملية التربية الداخلية من دون انتخاب طبيعي او اصطناعي.

التباين الوراثي التجميعي		جيل السلالات
بين السلالات ضمن السلالات		
1	1	$S_0 : 1 = F_2 : 3$
2		
1	1	$S_1 : 2 = F_3 : 4$
4	2	
1	3	$S_2 : 3 = F_4 : 5$
8	4	
1	7	$S_3 : 4 = F_5 : 6$
16	8	

• بعد التباين الوراثي التجميعي بين نباتات الجيل الثاني F_2 و S_0 مساوية الى (١) وهي ذات قيمة التباين بين سلالات $F_2:3$ و $S_0:1$ (عن Fehr, 1987 من 335).

وعندما يجري انتخاب النباتات ضمن السلالات لكل جيل من التربية الداخلية يختزل التباين الوراثي التجميعي ضمن السلالات الى نصف ما كان عليه في الجيل السابق (جدول ١١ - ١) ونتيجة لذلك فان عدد النباتات المنتخبة ضمن السلالات يقل في كل جيل من اجيال التربية الداخلية. فعلى سبيل المثال يختار مرربي النبات اربعة نباتات ضمن سلالة $F_2:3$ المرغوب فيها بينما لا يختار اكثر من نباتين ضمن سلالة في الجيل $F_4:5$.

٣. عدد الاجيال الانتخائية :

يؤثر عدد الاجيال التي يجري بها الانتخاب في كمية المصادر المتوفرة التي يمكن توفيرها لكل جيل. ونقصان التباين الوراثي يقود الى زيادة التجانس الوراثي (جدول ١١ - ١). ان كمية التباين الوراثي التي تظهر ضمن مجموعة من السلالات غير متساوية ولذلك فان

سلالات ($F_{2:3}$) ستبدون من ناحية الصفة المظهرية وكأنها سلالة ($F_{3:6}$) رغم أن نسبة تجانس سلالة $F_{2:3}$ أقل. ويمكن التوقف عن الانتخاب المنسب للسلالة عندما نحصل على درجة مناسبة من التجانس ، لذلك لا يحدد جيل معين لتطبيق الحصاد الاجمالي للسلالة لغرض بدء الاختبار المكرر. ويقرر أغلب المربين الجيل المناسب لانتهاء الانتخاب المنسب وإهمال جميع السلالات غير المتجانسة الباقية هذا وقد استعملت طريقة النسب في العراق بنهجين الحنطة صابريك مع عدد من الاصناف الاجنبية حيث تم الحصول على سلالات جيدة ومقاومة للجفاف تحت ظروف المنطقة المحدودة الامطار.

انتخاب الصفات :

يجري الانتخاب المنسب فقط بالنسبة للصفات ذات درجة التوريث المناسبة للنباتات الفردية او نسل السطور او لكليةا. يرافق الانتخاب المنسب الانتخاب المرئي ، ولكنه قد يكون جيداً مع الصفات غير المرئية ايضاً مثل مكونات البروتين في البذور. وفي الصفات التي لا تشمل الانتخاب المرئي فان الخطأ المرافق لقياس الصفة تؤثر في درجة توريثها. وعندما يشمل الانتخاب المرئي فان قدرة الفرد على تمييز الاختلاف الوراثي عامل مهم في الخطأ التجريبي ودرجة التوريث.

إن العلاقة بين التحسين الوراثي وعدد الصفات تحت الانتخاب عامل مهم يؤخذ بنظر الاعتبار في الانتخاب المنسب. وبافتراض عدم وجود ارتباط بين الجينات فان تكرار السلالات التي تحمل صفتين او اكثر من الصفات المرغوب فيها يكون مساوياً لحاصل ضرب احتمال تكرار كل صفة بشكل منفصل. فاذا كان تكرار السلالات المرغوب فيها لصفة ارتفاع النبات $\frac{1}{4}$ ولصفة لون النبات $\frac{1}{4}$ وشكل الورقة $\frac{1}{8}$ والمقاومة للأمراض $\frac{1}{16}$ وطبيعة الاثمار $\frac{1}{4}$ فان تكرار السلالات المرغوب فيها لجميع الصفات هو $\frac{1}{768}$. لذلك فان عدد الصفات تحت الانتخاب ستؤثر في عدد النباتات والسلالات التي يجب زراعتها. كذلك ستؤثر في مقدار التباين الوراثي المتوفر للصفات الواجب تقويمها في التجارب المكررة بعد اكمال الانتخاب المنسب كما في حالة حاصل البذور (Fehr, 1987) .

البيئات الانتخابية :

يحتاج التعبير عن الاختلافات الوراثية بين النباتات او السلالات ظروفاً بيئية معينة. حيث لا توجد فائدة من الانتخاب للمقاومة للأمراض ان لم يكن المسبب المرضي موجوداً.

ان طريقة الانتخاب المنسب تكون مؤثرة فقط في البيئات التي يعبر عن الاختلاف الوراثي وهذا يمنع من استخدام الطريقة في البيوت الزجاجية او في الزراعة خارج الموسم الزراعي المعتاد. لذلك فان المرابي الذي يسعى الى تسريع التربية الداخلية باستعمال طرق الزراعة خارج الموسم ، والذي لايعبر عن الصفة المنتخب لاجلها خلاله ، عليه ان يستعمل طرقاً اخرى غير طريقة النسب او تستعمل مع طرق اخرى في التربية.

Record Keeping حفظ السجلات :

ان طريقة الانتخاب المنسب تحتاج الى سجلات اكثر من اية طريقة اخرى ان تسمية المجتمع يتبعه رقم النبات المنتخب في كل جيل يبدأ الترقيم في اول جيل يبدو ان النباتات مختلفة وراثياً. لاتوجد حاجة لترقيم الجيل الاول (F_1) الا اذا عددها فريداً في صفاته الوراثية. ولغرض التوضيح فيما يلي طريقة تسجيل مجتمع من هجين مفرد. الجيل الثاني : F_2 لنفرض اننا زرعنا (١٠٠٠) نبات وقمنا بانتخاب (١٠٠) نبات من مجتمع $A \times 1214$. نرقم المائة نبات برمز المجتمع (رقم الهجين مثلاً) ثم يتبعه رقم نبات الجيل الثاني المنتخب :

$$A \times 1214 - 1, A \times 1214 - 2 \text{ and } A \times 1214 - 3 \dots$$

الجيل الثالث : F_3 : يزرع نسل كل نبات من الجيل الثاني في سطر. لنفرض انتخاب ثلاثة نباتات من السطور $A \times 1214 - 2$ و $A \times 1214 - 11$ نرقم النباتات مع رمز المجتمع مع رقم الجيل الثاني ثم رفع النبات المنتخب في الجيل الثالث اي :

$$A \times 1214 - 2 - 1, A \times 1214 - 2 - 2 \text{ and}$$

$$A \times 1214 - 2 - 3$$

$$A \times 1214 - 11 - 1, A \times 1214 - 11 - 2 \text{ and}$$

$$A \times 1214 - 11 - 3.$$

الجيل الرابع : F_4 : يزرع نسل الجيل الثالث في سطر. افرض اننا انتخبنا نباتين من السطور $A \times 1214 - 2 - 2$ و $A \times 1214 - 11 - 3$. نرقم النباتات المنتخبة برمز المجتمع ثم ارقام الجيل الثاني ، الجيل الثالث ثم رقم الجيل الرابع. اي $A \times 1214 - 11 - 3 - 1$ و $A \times 1214 - 2 - 2 - 1$ و $A \times 1214 - 11 - 3 - 2$.

الجيل الخامس F_5 : يزرع نسل كل نبات من الجيل الرابع في سطر ولنفرض ان السطور
 $1-2-2 \times A$ و $2-3-11 \times A$ حصدت اجمالاً فإن
السلالات ترقم $0-2-3-11 \times A$ و $0-1-2-2 \times A$

الاعتبارات الوراثية :

ان للاسس الوراثية اهمية كبيرة للانتخاب المنسب الذي يتعلق بالتغاير الوراثي المعبر
عنه بين وضمن السلالات خلال عملية التربية الداخلية (جدول ١١ - ١). لا يمكن
الاستفادة من التغاير الوراثي السيادي او السيادي التفوقي في التربية الداخلية للسلالات.
ان التغاير الذي يعود الى اشكال التغاير التجميعي - التفوقي اصغر بكثير من جزء التباين
التجميعي من التباين الوراثي الكلي.

يمكن ان يعقد وجود السيادة من عملية انتخاب السلالات الاصلية والمتجانسة
لصعوبة التمييز بين السيادة الاصلية والسيادة الهجينة. وعندما يخدم الانتخاب للنباتات
القوية الهجينة فإن مدى التقدم نحو الاصاله يكون بطيئاً.

مميزات طريقة الانتخاب المنسب :

الفوائد :

١. اذا كان الانتخاب مؤثراً فان بالامكان ازالة التراكيب الوراثية غير الجيدة قبل
ادخال السلالات النقية في تجارب مقارنة الاصناف المكلفة.
٢. ان الانتخاب في كل جيل يشمل بيئات مختلفة ويعطي الفرصة لظهور التباين
الوراثي للصفات المهمة وبذلك يمكن اجراء الانتخاب الفعال.
٣. يمكن معرفة العلاقة الوراثية للسلالات ويمكن استعمالها للحصول على اعلى قدر من
التباين الوراثي بين السلالات المحتفظ بها خلال الانتخاب.

النواقص :

١. لا يمكن استعمال الطريقة في البيئات التي لاتساعد على ظهور التباين الوراثي للصفة
تحت الدراسة. وهذا يمنع من استخدام الزراعات خارج الموسم. ويرافق ذلك زيادة
في الوقت المستغرق لاستنباط الصنف مقارنة بالطرق الاخرى للتربية الداخلية.
٢. نحتاج الى استخدام السجلات بشكل واسع.

٣. نحتاج الى اشخاص ذوي خبرة لاجراء عملية الانتخاب.

٤. نحتاج الطريقة الى ارض وعاملة اكبر مقارنة بالطرق الاخرى.

تملي طريقة التربية بالنسب على مربى الكثير من التحديات فيما يخص اختيار التوافقات الابوية الصحيحة التي ستعطي الانعزالات المرغوب فيها ويجب النظر في امكانية الحصول على,انعزالات متفوقة على الآباء في الصفات الانتاجية او النوعية.

يعتمد النجاح في طريقة تربية النسب على برنامج الانتخاب وخبرة المربي في ادارته للاجيال الانعزالية واختياره لطريقة الانتخاب الملائمة للصفة او الصفات تحت الدراسة. ان توفير المعدات الحقلية الحديثة في الزراعة والحصاد سيساعد في اختبار اعداد اكبر من النباتات المنتخبة في الاجيال المختلفة اي المساعدة في برنامج انتخابي واسع, (Welsh, 1981) خصوصاً باعتماد المجتمع البلكي في الانتخاب وكما سنرى في الفصل القادم.

References

مصادر الفصل الحادي عشر

- Allard, R.W. 1960. Principles of plant Breeding. John Wiley and Sons. New York. U.S A. pp115-128.
- Briggs, F.N. and P.H. Knowles. 1967. Introduction to plant Breeding- Reinhold Publishing Corporation U.S.A. pp 133-146.
- Brim, C.A. 1966. A modified pedigree method of selection in Soybean. Crop Sci 6:220.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar Development. volum 1. Theory and technique. MacMillan Publishing Company, New York. pp. 332-337.
- Harlan, H.V., M.L. Martini, and H. Stevens. 1940. A Study of methods in barley breeding, U.S.Dept Agric. Tech. Bull. No. 720.
- Lamcraft, R.R., and K.W. Finlay. 1973. A method for illustrating pedigrees of small grain varieties for computer processing Euphytica 21: 56-60.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons., New York pp 174-185.

الفصل الثاني عشر
الطريقة التجميعية
Bulk Population

مقدمة
الحصول على المجتمع الاجمالي
الخطوات العملية
تأثير الانتخاب الطبيعي
الانتخاب الاصطناعي
الاعتبارات الوراثية
مميزات الطريقة التجميعية
طريقة التجميع المحورة
التهجينات المتعددة
المصادر

الفصل الثاني عشر

الطريقة التجميعية

Bulk Population

مقدمة:

مهرلوف

المجتمع الاجالي (البلكي) عبارة عن مجاميع من الأفراد المتباينة وراثيا غير المفصولة عن بعضها البعض. ويمكن استعمال البلك في تحسين المجتمعات النباتية. قد يكون البلك طبيعيا مثل مجتمعات النباتات البرية او الصنف المحلي التي مرت بعملية محدودة للانتخاب اما البلك الاصطناعي فيتألف من النسل المهجن لسلالات أبوية معينة أو تركيبيّة من المنتخبات من بين الهجن.

يمكن الحصول على المجتمعات التجميعية في كل من المحاصيل الذاتية والخلطية الاخصاب. يرافق انخفاض الضغط الانتخابي في اي جيل في المجتمع مفهوم البلك المستعمل في المحاصيل الحقلية ذات دورة التكاثر القصيرة . وبصورة عامة فان التربية البلكية طريقة رخيصة وذلك لامكانية تناول عدد كبير من النباتات بعمل قليل.

الحصول على المجتمع الأجمالي (البلكي):

في حالة ممارسة التربية التجميعية في مجتمع النباتات الذاتية الاخصاب فان هناك عدداً من الطرق. ولكن يجب ان نذكر ان في المحاصيل ذاتية الاخصاب يكون من الصعوبة الحصول على الاتحادات الجديدة كذلك من الصعوبة المحافظة على الخلط الوراثي. لذلك يجب تركيز الجهد على استحداث التباين الوراثي المرغوب فيه. يمكن انجاز ذلك عن طريق اجراء التهجينات المتعددة لعدة آباء لانتاج المجتمعات الانعزالية. ويدعى تهجين الآباء في جميع الاتجاهات بتهجين ثنائي الأليل Diallel cross، كما افترض Jensen التهجين

الانتخابي ثنائي الأليل Diallel Selective Mating System (DSM) لانتاج المجتمع البلكي لاغراض الانتخاب. ففي هذا النظام أقترح التزاوج بين العديد من الآباء التي تحمل الصفات المرغوب فيها في المجتمع . بعدها يتم التزاوج بين جميع الأجيال الأولى (F_1).

وهذا يعطي مجتمعاً خليطاً وغير متجانس من الناحية الوراثية وللعديد من الجينات. ويقود هذا النظام كما اقترح (Welsh, 1981) الى اتحادات جديدة واسعة بين مجاميع الارتباط لهذا فائدة في حالة وجود ارتباطات غير مرغوب فيها ولكنه يميل الى تحطيم بلوكات الجينات ذات العلاقة بالأقلمة ان تم استعمال تراكيب وراثية من أصول متنوعة في التهجينات الأصلية.

بعد استحداث المجتمع الأجمالي (البلكي) يتم تعريض هذا المجتمع لنوعين من الانتخاب الطبيعي والانتخاب الاصطناعي بهدف الحصول على التراكيب الوراثية المرغوب فيها وكما يرد في الفقرات الآتية:

الخطوات العملية:






السنة الاولى: اجراء التهجينات للحصول على الجيل الأول.
السنة الثانية: زراعة الأجيال الاولى للحصول على بذور الجيل الثاني وخليطها بشكل اجمالي (بلك).

السنة الثالثة: زراعة نباتات الجيل الثاني (F_2) وتحصد بذور الجيل الثالث (F_3) بشكل اجمالي.

السنة الرابعة: زراعة عينة من بذور الجيل الثالث والحصول على بذور الجيل الرابع (F_4) بشكل اجمالي.

تعاد العملية حتى الحصول على المستوى المرغوب فيه من الأصالة. وعندها يتم حصاد النباتات بشكل فردي من المجتمع، ثم يتم تقويم السلالات المشتقة من النباتات واتباع الطريقة نفسها والخطوات نفسها في طريقة تسجيل النسب من الجيل السابع (الشكل ١٢-١).

شكل ١٢-١: الطريقة التجميعية بعد انتاج الجيل الأول

الطريقة	الموسم
<p>F_2 نباتات</p> <p>↓</p> <p>F_3 نباتات</p> <p>↓</p> <p>F_4 نباتات</p> <p>↓</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  ↓ V V V V V </div> <div style="text-align: center;">  ↓ Z Z Z Z Z ↓ Z Z Z Z </div> <div style="text-align: center;">  ↓ X X X X X ↓ Z Z Z Z </div> <div style="text-align: center;">  ↓ O O O O O ↓ O O O O </div> <div style="text-align: center;">  ↓ W W W W W ↓ O O O O </div> </div>	<p>١ زراعة نباتات الجيل الثاني F_2 حصاد البذور بشكل اجمالي</p> <p>٢ زراعة عينة من بنور الجيل الثالث F_3 حصاد البذور بشكل اجمالي</p> <p>٣ زراعة عينة من بنور الجيل الرابع F_4 حصاد البذور بشكل اجمالي</p> <p>٤ زراعة عينة من بنور الجيل الخامس F_5 على مسافات وحصاد نباتات فردية</p> <p>٥ زراعة سطور النسل في الجيل السادس F_6 وحصاد السطور المتخبة بشكل اجمالي</p> <p>٦ الاختبار الواسع للسلاسل المشتقة</p>

عن : Fehr , 1987 ص 316 .

تأثير الانتخاب الطبيعي :

هناك عدد من الامكانيات في اجراء الانتخاب في المجتمع الأجمالي. وفي حالة الانتخاب الطبيعي يجب الأخذ بنظر الاعتبار البيئة التي سيجري فيها الانتخاب. وان كان بالامكان اختيار البيئة التي تلائم التراكيب الوراثية المرغوب فيها في المجتمع.

يجب تنمية المجتمع الذي يحصل به انعزال للمقاومة للأمراض بوجود المسبب المرضي حتى يحصل خفض لانتاجية النباتات الحساسة وبالتالي ازلتها من المجتمع. كذلك الانتخاب لظروف بيئية أخرى مثل درجات الحرارة والفترة الضوئية والجفاف سنسلط ضغطاً انتخابياً على نباتات المجتمع وتكرار النباتات المرغوب فيها. لذلك يجب تجنب البيئات مثل البيوت الزجاجية او الزراعة خارج الموسم في هذه الطريقة حيث ان النباتات ذات الانتاجية المرتفعة داخل البيت الزجاجي يمكن ان تكون أقلها انتاجية تحت الظروف الطبيعية التي يستتبط الصنف من أجلها.

الانتخاب الاصطناعي :

تستعمل الطريقة التجميعية مع الانتخاب الاجمالي الاصطناعي حيث تزال النباتات غير المرغوب فيها وتحصد النباتات المتبقية بشكل اجمالي، وقد تستخدم تقنيات خاصة لغرض انتقاء البذور المرغوب فيها لزراعة النباتات في الجيل التالي. على العموم يقود الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الذاتية الاخصاب الى تحديد التباين الوراثي مقارنة بالمجتمعات الطبيعية عبر فترة زمنية طويلة.

الاعتبارات الوراثية :

يتحدد تكرار التراكيب الوراثية في المجتمع المؤصل بالطريقة التجميعية بالمتغيرات التالية :

- ١) القابلية الوراثية للتراكيب الوراثية المختلفة لانتاج البذور.
- ٢) قابلية التنافس للتراكيب الوراثية.
- ٣) تأثير البيئة في قابلية تعبير التركيب الوراثي عن نفسه.
- ٤) طريقة اخذ العينة من التراكيب الوراثية لزراعة الجيل التالي.

هذه العوامل تؤثر في تمثيل النباتات المنتخبة من المجتمع الأنعزالي في الجيل التالي فبعضها يختفي وبعضها قد يمثل مرات عدة. ولاتوجد طريقة لمعرفة ان كان نبات معين في الجيل الثاني سيمثل في الجيل الثالث أو الأجيال التالية. كذلك لاتوجد طريقة لتخمين التباين الوراثي للصفة في أي جيل من الأجيال. واذا مالأئمت العوامل الأربعة السابقة تراكيب وراثية معينة فان تكرار هذه التراكيب سيكون أعلى في المجتمع أكثر من التراكيب الوراثية الأخرى. ومن الصعوبة تقدير هذه الزيادة في تكرار التراكيب المرغوب فيها بسبب عدم توافق تأثير العوامل الأربعة من جيل لآخر.

مميزات الطريقة التجميعية:

- ١- الطريقة التجميعية سهلة والتكاليف أقل لابقاء المجتمع خلال عملية التربية الداخلية.
- ٢- يسمح بحصول الانتخاب الطبيعي الذي يزيد من التراكيب الوراثية المرغوب فيها في المجتمع.
- ٣- يمكن استعمال الطريقة التجميعية مع طريقة الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الذاتية الانخصاب.
- ٤- امكانية تنمية مجتمع كبير مما يزيد من فرصة الحصول على توافقات جينية أكثر.
- ٥- الاحتياج الى جهد قليل لكل هجين مما يسمح بتناول عدد أكبر من التهجينات.
- ٦- الانتخاب في المراحل المتأخرة يعطي نباتات أو سلالات نقية.

نواقص الطريقة التجميعية:

- ١- عدم تمثيل نباتات أحد الأجيال في النسل للجيل التالي.
- ٢- لايمكن تعريف التكرارات الوراثية والتباين الوراثي في المجتمع بشكل مباشر.
- ٣- لايناسب استعمالها في البيت الزجاجي أو الزراعة خارج الموسم ان لم يمثل أداء التراكيب الوراثية المنطقة التي يزرع بها المحصول اعتياديا.
- ٤- قد يقود الانتخاب الطبيعي الى انتخاب تراكيب وراثية غير مرغوب فيها .
- ٥- تحتاج الى وقت أطول من طريقة النسب.

طريقة التجميع المحورة:

Modified Bulk Method

في هذه الطريقة نقوم بزراعة كل جيل بلكي على مسافات ثم نقوم بانتخاب أفضل النباتات ونخلطها معا ثم نزرعها على مسافات في الجيل التالي، وتكرر العملية في الجيل التالي وهكذا. وقد اتبعت هذه الطريقة في الشعير ووجد ان السلالات المنتخبة أعلى قليلا في الحاصل ولكنها متأخرة في النضج وأطول قليلا رغم ان عملية الانتخاب لم تتم على هذه الأسس. يمكن التوصية بهذه الطريقة في الصفات ذات قيمة التوريث المرتفعة. قد تستعمل كل من طريقتي النسب والتجميعية.

ففي هذه الطريقة يتم تنمية المجتمعات الهجينة بشكل بلك حتى توفر الظروف الملائمة لظهور الصفات المهمة عندها يتم اجراء انتخاب النباتات الفردية وتواصل العملية باتباع طريقة النسب. فعلى سبيل المثال يتم انتخاب لقوة الساق في السنين الرطبة والانتخاب للجفاف والمقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة في السنين الجافة او قد تستخدم تقنيات خاصة للغرلة للجفاف. والانتخاب لمقاومة الأمراض عند حدوث انتشار طبيعي للأمراض ويفضل بعض المربين اتباع طريقة النسب في البداية للتخلص من الأنماط غير المرغوب فيها بسرعة ثم يتم خلط النباتات المنتخبة في مجتمع واحد واتباع الطريقة البلكية بعد ذلك. وقد اقترح بعض المربين التهجين الرجعي لفترة جيل أو جيلين بعد التهجين قبل استعمال الطريقة البلكية.

التهجينات المتعدد:

Polycross

هذه الطريقة من اكثر الطرق تعقيدا واقتُرحت من قبل Harlan and Martini 1940 يدخل في التهجين ١٦-١٨ صنفاً بهدف انتخاب أصناف جديدة من الحنطة والشعير. يتم انتاجه بواسطة التهجين المزدوج بين الأبوين ثم تهجين الجيل الأول للتهجينات المختلفة مع بعضها البعض حتى تدخل جميع الآباء في تركيب وراثي واحد. الفائدة تكون في جمع تراكيب وراثية مختلفة بسرعة كبيرة اذ ان من المحتمل الحصول على عدد كبير جدا من التراكيب الوراثية لأن كل بدرة تنتج من التهجين الأول عبارة عن هجين جديد.

- Briggs, F.N. , and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant Breeding – Reinhold Publishing Corporation. U.S.A pp.147 – 161.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development , Volume 1 Theory and Technique. MacMillan Publishing Company pp315 – 317.
- Harlan, H.V., M.L. Martini, and H. Stevens 1940. A study of methods in barley breeding. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull . pp 720.
- Jensen , N.F., 1970. A diallel selective mating system for cereal Breeding – Crop Sci. 10: 629 – 635.
- Marshall, H.G 1976. Genetic changes in oat bulk populations under Winter survival stress. Crop sci . 16: 9 – 15.
- Suneson, C.A. 1949. Survival of four barley varieties in a mixture. Agron . J. 41: 459 – 461.
- Welsh , J.R. 1981. Fundamentals of plant genetics and Breeding . John Wiley and Sons. New York. pp. 151 – 173.

الفصل الثالث عشر
الانحدار من بذرة واحدة
Single Seed descent

مقدمة
الخطوات العملية
طريقة الجورة الواحدة
طريقة تعدد البذور
تسريع الأجيال
الاعتبارات الوراثية
مميزات طريقة الانحدار من بذرة واحدة
المصادر

الفصل الثالث عشر

طريقة الانحدار من بذرة واحدة

Single — Seed descent Method

مقدمة : تعريف

طريقة الانحدار من بذرة واحدة هي طريقة تربية داخلية لمجتمع انعزالي تلائم البيئات التي لا تمثل البيئة الحقيقية التي يزرع فيها الصنف ويمكن استعمال الطريقة في كل المحاصيل الذاتية وخليطة الاخصاب. تهدف الطريقة الى تسريع عملية التربية الداخلية لمجتمع مابعد التهجين. وقد ذكر Fehr (1987) عن Goulden (1914) الذي أوجد فكرة تسريع التربية الداخلية حيث ذكر أن برنامج التربية في الخنطة يقسم على جزئين : الأول الحصول على السلالات النقية و (٢) انتخاب بين السلالات النقية لغرض انتقاء السلالات ذات الصفات المرغوب فيها. ففي طريقة النسب للتربية يجب تنمية النباتات الفردية في بيئات تظهر الفروقات الوراثية للصفة تحت الانتخاب. وهذا يعني زراعة جيل واحد في السنة. وقد اقترح فصل عملية التربية الداخلية عن عملية الانتخاب في برنامج التربية. وأفترض ان عدد النسل الذي يزرع من النبات كل جيل الى بذرة او بذرتين وتنمية جيلين في البيت الزجاجي خلال الشتاء وواحد في الصيف (في الحقل). وبهذه الطريقة نحصل على الجيل السادس F_6 في سنتين بينما تستغرق في طريقة النسب خمس سنوات للحصول على الجيل السادس. وبعد الحصول على المستوى المرغوب فيه من الأصالة فان بالامكان تقويم عدد كبير من السلالات لغرض الانتخاب للصفات المرغوب فيها. تتسم الطريقة بقلّة احتياجاتها للعالة والمكان والسرعة.

واول من سماها بالاسم المذكور هو Johnson (1962) و Bernard في فول الصويا وعدها Brim (1966) كاحدى طرق النسب المحورة.

الخطوات العملية :

جيل التهجين : التهجين بين (الصف آ) × (الصف ب).

الجيل الأول : تنمية ٥٠ - ١٠٠ نبات من نباتات الجيل الاول.

الجيل الثاني : تنمية ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ من نباتات الجيل الثاني . تحصد بذرة او بذرتان من كل نبات . ولا يتم تعليم نباتات الجيل الثاني .

الجيل الثالث : تنمية البذور المحصودة من الجيل السابق وحصاد بذرة واحدة من كل نبات ولا تعلم نباتات هذه الأجيال . ويستمر العمل حتى الجيل الخامس بالطريقة ذاتها .

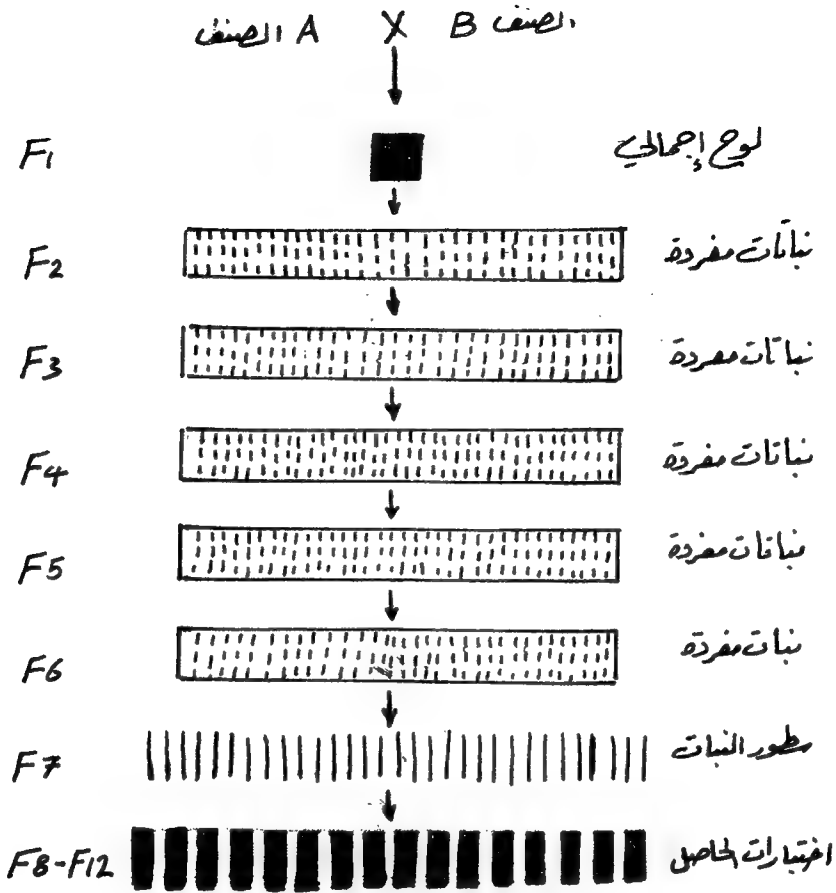
الجيل السادس : تنمية نباتات الجيل السادس من البذور المحصودة من الجيل السابق . تنتخب نباتات متفوقة في الصفات وتحصد البذور من النباتات المنتخبة .

الجيل السابع : زراعة النسل في سطور ٣ - ٥ م من نباتات الجيل السابق . حصاد السطور المتفوقة في صفاتها ان كل سطر نشأ من نباتات مختلفة في الجيل الثاني .

الجيل الثامن : زراعة تجربة مقارنة الحاصل الأولية من السطور المحصود من السنة السابقة .

الجيل التاسع : - الجيل الثالث عشر : الاستمرار بتجارب مقارنة الحاصل كما في طريقة تسجيل النسب .

الجيل الرابع عشر - الجيل الخامس عشر : الاكثار والتوزيع كصنف جديد . (انظر الشكل ١٣ - ١) .



شكل ١٣-١. طريقة الانحدار من بذرة واحدة. تزرع البذور المحصودة من نباتات الجيل الأول على مسافات في الجيل الثاني. تحصد بذرة واحدة من كل نبات في الجيل الثاني لزراعة الجيل الثالث وبالمثل حتى الجيل السادس - (عن، 1983) Poehlman ص 124).

كلل
في الطريقة السابقة كل نبات من نباتات الجيل الثاني الى الجيل التالي عن طريق الانحدار من بذرة واحدة. والهدف، المحافظة على أكبر عدد من نباتات الجيل الثاني في المجتمع خلال عملية الانعزال ^{للعرض} التغلب على فقدان التراكيب الوراثية المتفوقة للصفات ذات قوة التوريث الواطئة مثل الحاصل او بسبب ضعف كفاءة الانتخاب للصفة بسبب صعوبة التقويم العيني. على العموم الطريقة تحتفظ بعدد كبير من الانعزالات غير المرغوب فيها ولا تسمح بانتخاب أغلب الانعزالات المرغوب فيها ضمن

العوائل المنحدرة من نبات الجيل الثاني. الطريقة سريعة وغير مكلفة ولا تحتاج الى سجلات خلال الأجيال الانعزالية. وبسبب السباح لبذرة واحدة للنمو من كل نبات فلا حاجة للنمو الاعتيادي للنبات. وهذا يسمح بترحيل الأجيال الانعزالية في البيت الزجاجي خلال الشتاء وكما ذكرنا اختزال عدد السنوات بعد التهجين والانتخابات من التهجين وحتى تجارب مقارنة الحاصل.

عند استعمال طريقة الانحدار من بذرة واحدة فان حجم المجتمع يتناقص في كل جيل بسبب الفشل لانبات البذور او فشل النباتات في انتاج البذور. ومن الضروري تحديد عدد النباتات الاصلية المرغوب فيها في آخر جيل والبدء بحجم المجتمع المطلوب في الجيل الثاني. فعلى سبيل المثال اذا افترضنا ان المطلوب (٢٠٠) نبات في الجيل الرابع (F_4) من الجيل الانعزالي. وأفرض ان (٧٠٪) من النباتات المزروعة ستنبت بذرة واحدة على الأقل. ولحساب عدد البذور المطلوبة من الضروري بدء الحساب من الجيل الرابع رجوعاً الى الجيل الثاني وكما يلي (عن Fehr, 1987):

الجيل الرابع F_4 : ٢٨٦ بذرة في الجيل الرابع للحصول على ٢٠٠ نبات في الجيل الرابع

$$(\text{أي}) = \frac{200}{0.7} = 286$$

الجيل الثالث F_3 : زراعة ٤٠٩ بذرة في الجيل الثالث للحصول على ٢٨٦ من نباتات الجيل الثالث و ٢٨٦ بذرة في الجيل الرابع

$$() = \frac{286}{0.7} = 409$$

الجيل الثاني F_2 : زراعة ٥٨٤ بذرة في الجيل الثاني للحصول على ٤٠٩ نبات في الجيل الثاني و ٤٠٩ من بذور الجيل الثالث.

$$() = \frac{409}{0.7} = 584$$

ويجب الاحتفاظ بعينة احتياط من البذور والتي يمكن حصادها في الوقت نفسه او في وقت منفصل كعملية مستقلة . واقترح (Brim 1966) في فول الصويا حصاد قرنة تحتوي على ٢-٣ بذور واستعمال أحد البذور للزراعة ويجعل الباقي احتياطي .

Single – Hill Procedure

طريقة الجورة الواحدة

تستعمل هذه الطريقة لتأمين تمثيل كل نبات من الجيل الثاني في النسل وفي كل جيل من أجيال التربية الداخلية . تستند الى التقنية التي ذكرها (Fehr 1987) عن Jones and Singleton (1934) . يحافظ على نسل النباتات الفردية كسلالات منفصلة خلال كل من التربية الداخلية بزراعة عدد قليل من البذور في جورة وحصاد البذور المخصصة ذاتيا من كل جورة وزراعتها في جورة اخرى في الجيل التالي . يتم حصاد نبات مفرد من كل سلالة عند وصول النباتات الى الاصلالة المطلوبة وكما يلي :

الموسم الاول : زراعة نباتات الجيل الثاني وحصاد بذور الجيل الثالث لكل منها . يزرع جزء من بذور كل نبات في الموسم الثاني والباقي احتياط .

الموسم الثاني : زراعة جورة لكل سلالة $F_{2:3}$ وحصاد بذور الجيل الرابع من الجورة . يستخدم جزء من البذور في الموسم الثالث وجزء يحتفظ به احتياط . تكرر الطريقة على حسب الرغبة حتى الوصول الى الاصلالة المطلوبة وعندها تحصد النباتات الفردية . الشكل (١٣-٢) يوضح الطريقة . وباستخدام طريقة الجورة الواحدة يحافظ على تعريف كل نبات في الجيل الثاني ونسله خلال التلقيح الذاتي . وعندما يحافظ على تعريف نبات الجيل الثاني فان من الواجب تمييز كيس البذور لكل جورة لأغراض الزراعة والحصاد .

Multiple – seed procedure

طريقة تعدد البذور :

اشار (Fehr 1987) الى ان استعمال طريقة الانحدار من بذرة واحدة يحتاج الى كون حجم المجتمع في الجيل الثاني أكبر من الأجيال التالية وذلك لنقصان نسبة انبات البذور والى حصاد عيتين الاولى للزراعة والثانية احتياط . ولتجنب مثل هذه المشاكل يقوم المربون بجمع اثنين الى ثلاثة بذرات من كل نبات خلال الحصاد . يزرع جزء من العينة والباقي احتياط . ومنه اشتق اسم طريقة تعدد البذور .

الموسم	الطريقة
١ -	تعمية نباتات الجيل الثاني F_2 مصادر بذور الجيل الثالث من كل نبات تتبع كل فرد المزعة في جورة انفرادية تحدد بذور الجيل الرابع من كل جورة بصورة خزنية
٢	زراعة في جورة انفرادية تحدد بذور الجيل الخامس من كل جورة بصورة انفرادية
٤	زراعة في جورة انفرادية مصادر نبات واحد F_5 من كل جورة
٥	زراعة في بطور انفرادية مصادر لبطور المفردة بشكل إجمالي
٦ -	الاختبارات الموسعة للسلاسل المشتقة من الجيل الخامس

شكل ١٣ - ٢. طريقة الجورة الواحدة Single Hill procedure لطريقة الانحدار من بذرة واحدة (عن Fehr, 1987 ص 322).

٤

الموسم الأول : زراعة مجتمع الجيل الثاني (F_2) . يحصد عدد متماثل من بذور الجيل الثالث (F_3) ، عادة ٢ - ٤ بذرات من جميع النباتات وتخلط البذور سوية . يستعمل قسم من البذور في الموسم الثاني والقسم الآخر احتياط .

الموسم الثاني : تزرع عينة من بذور الجيل الثالث من الموسم الأول . يحصد عدد متماثل من بذور الجيل الرابع (F_4) من جميع النباتات وتخلط البذور سوية . يستعمل جزء من البذور لزراعة الموسم الثالث ويحتفظ بجزء كاحتياط .

تعاد الطريقة حتى الوصول الى المستوى المرغوب فيه من الأصالة وعندها تحصد النباتات الفردية .

يعتمد عدد البذور المزروعة والمحصودة في كل موسم على عدد السلالات المرغوب فيها من المجتمع ونسبة انبات البذور . وبطريقة تعدد البذور يمكن تثبيت عددها في كل موسم . فإذا فرضنا ان المرابي يرغب ب ٢٠٠ سلالة من نباتات الجيل الرابع من مجتمع انغزالي فيه نسبة انبات ٧٠٪ في كل جيل . الطريقة كما يلي :

الجيل الثاني F_2 : يزرع ٢٨٦ من بذور الجيل الثاني للحصول على ٢٠٠ من نباتات الجيل الثاني والتي ستنتج بذوراً $(200 / 0.7 = 286)$ بذرة . تحصد ٣ بذرات من ٢٠٠ نبات لتعطي ٦٠٠ بذرة F_3 .

الجيل الثالث F_3 : زراعة ٢٨٦ من بذور الجيل الثالث ويحتفظ ب ٣١٤ بذرة كاحتياط . تحصد ثلاثة بذرات من ال ٢٠٠ نبات ليعطي ٦٠٠ بذرة في الجيل الرابع F_4

الجيل الرابع F_4 : زراعة ٢٨٦ بذرة من الجيل الرابع ويحتفظ ب ٣١٤ بذرة يحصد ٢٠٠ نبات في الجيل الرابع .

تسريع الأجيال :

يلأثم طريقة الانحدار من بذرة واحدة ظروف البيت الزجاجي والمشاتل الشتوية أو الصيفية حيث يختلف أداء التراكيب الوراثية عن منطقة أقليمتها . هذه الطريقة مفيدة عندما يقوم المرابي بتحويل الظروف البيئية لاختزال الزمن اللازم للحصول على الجيل .

تتلخص أسس انتاج البذور السريع وكما ذكرها (Major 1980) بما يأتي :

١. يختزل الانتاج السريع لبذور المهجين وذاتية الاخصاب الوقت اللازم لاستنباط الصنف الجديد. ولكن تقصير الوقت اللازم لتقصير دورة الحياة بتغيير الظروف البيئية سيؤدي الى تقليل حاصل النبات ، وحجم الازهار ويزيد من غلق الازهار Cleistogamy وبذلك فان هذه التقنية محددة بالبذور الذاتية الاخصاب.

٢. يجب معالجة ميكانيكية السبات والتعريض لدرجات الحرارة المنخفضة بشكل اصطناعي. فبذور الأنواع التي تلاقي صعوبة في الانبات لوجود غلاف البذرة الصلب يجب تخديشها قبل الزراعة. ففي الرز البري يجب ازالة القشرة pericarp من حول الجنين كما ان بذور الشليم تحتاج الى فترة ٢٠ يوماً بعد النضج. احيانا يمكن التغلب على هذه الفترة باستعمال المواد الكيميائية مثل نترات البوتاسيوم ، Potassium nitrate أو حامض الجبرليك.

ان معاملة البذور المنبتة او البادرات في (غرف النمو) growth chamber عند درجات الحرارة المنخفضة (٢ - ٥ م°) للتعويض عن عملية الإرتفاع Vernalization الطبيعية للنوع. في الحنطة الشتوية التعريض على درجة حرارة (٢ - ٥ م°) في النهار القصير ولمدة (٨) أسابيع مؤثرة جدا للتعويض عن العملية. وقد استعملت هذه الطريقة في تعريض الحنطة الشتوية بانكوتي Bankuti وهجنها مع حنطة ريديفر Red River ثم زراعتها خلال الصيف تحت ظروف ديفز - كاليفورنيا وتم الحصول على ازهار وانتاج بدور جيد (العذارى ، ١٩٧٧ ، غير منشور).

في البنجر السكري وهو نبات ذو حولين ونحصل على تقصير دورة الحياة من تعريض النباتات على درجة حرارة ٤ - ٧ م° لمدة ١٠ أسابيع خلال فترة الازهار Gaskill, 1952.

٣. ان تعريض النباتات للضوء المستمر يقصر من الفترة اللازمة للازهار لنباتات النهار الطويل ويلائم طول النهار القصير تطور نباتات النهار القصير ولكن طول اليوم الحقيقي يعتمد على الفترة الضوئية المناسبة. ان استعمال طول النهار (٨) ساعات للنباتات الاستوائية يكون ملائماً. ان استعمال ٨ ساعات ضوء في بورتوريكو Puerto Rico اختزل عدد الأيام من الزراعة حتى الازهار في نبات Pigeonpea بحوالي ٤ شهور في الأصناف المتوسطة النضج و ٧ أشهر في الأصناف المتأخرة. أما نهار بطول ١٢ ساعة فهو ملائم لمحاصيل المناطق المعتدلة.

٤. درجة الحرارة الملائمة لتسريع انتاج البذور يتراوح من (٢٥ - ٣٥°م) ويعتمد ذلك على كون المحصول صيفياً أو شتوياً. وبعض المحاصيل مثل الدخن pearl millet و pigeonpea تنمو بشكل أسرع تحت درجات حرارة أكثر من (٣٥°م).
٥. يمكن استعمال الشد الرطوبي لاختزال الزمن اللازم للازهار والنضج. ولكن لا يجب استعماله حتى عقد البذور الكامل.
٦. خصوبة التربة محدودة بالكمية اللازمة لانتاج نبات صغير وبعدد قليل من البذور. ان نقص النتروجين خلال فترة امتلاء الحبوب سينتج عنه نضج مبكر للحبوب وتكون صغيرة الحجم. يميل الفوسفور الى انتاج تأثير عكسي مقارنة بالنتروجين. الاستعمال الحرفللفوسفور يؤدي الى تسريع النضج.
٧. استعمال كميات البذور الكبيرة يسرع من النضج ولكنه قد يؤدي الى الشد الرطوبي والخصوبي الذي يحصل في مراحل متأخرة من ملء الحبة. ان زيادة الخصوبة والرطوبة وزيادة حجم المجتمع يؤخر من النضج.

أغلب المحاصيل المحصودة من أجل البذور انتجت من أجل حجم البذور الكبيرة. تصل أجنة هذه البذور الى النضج بفترة طويلة قبل وصول البذرة الى أعلى وزن جاف لها. كذلك فان بالامكان حصاد البذور بفترة ١٠ - ١٥ يوماً بعد بدء النمو الاضطرابي Linear phase للملء الحبة. قد تكون البذور صغيرة وضامرة ولكن يمكن ان تكون لها حيوية ممتازة. عند اتباع هذه الطريقة ينصح بقطع النبات الكامل وتجفيفه في الحقل أو البيت الزجاجي. تؤدي هذه الطريقة الى نقص حاد للرطوبة وان تجفيف النبات الكامل يتيح الفرصة لانتقال بعض السكريات والأملاح الى البذور خلال فترة التجفيف.

على العموم يمكن القيام بالانتخاب الفردي للنباتات خلال أي جيل من هذه الطريقة. وقد يكون الانتخاب في المشاتل الشتوية أو البيوت الزجاجية غير مؤثر. ولكن وجد أن الانتخاب لوزن البذور في فول الصويا كان مؤثراً في المشاتل الشتوية.

الاعتبارات الوراثية :

تتطابق التوقعات الوراثية للمجتمعات من دون الانتخاب الاصطناعي خلال التربية الداخلية باتباع طريقة الانحدار من بذرة واحدة مع المجتمعات الثنائية المجموعة الكروموسومية. ان تكرار الأفراد الخليطة ولوقع واحد هو $(\frac{1}{p})$ في الجيل الثاني

ويتنافس بنسبة (٥٠٪) في كل جيل من التربية الداخلية. التباين الوراثي التجميعي بين الأفراد في المجتمع يزيد بمعدل يساوي $(1 + F) \sigma A^2$ حيث F يمثل معامل التربية الداخلية وهو مساوٍ $F =$ صفر في الجيل الثاني و $(\frac{1}{4})$ في الجيل الثالث و $(\frac{3}{4})$ في الجيل الرابع.

لا يوجد انتخاب طبيعي في المجتمع المحافظ عليه بهذه الطريقة مالم تختلف التراكيب الوراثية في نسبة الانبات أو أن الظروف البيئية تمنع بعض التراكيب الوراثية من اعطاء البذور وان القابلية الوراثية للتركيب الوراثي لانتاج البذور او قابليته على التنافس لا تؤثر في الانحدار من بذرة واحدة بسبب حصاد عدد متساوٍ من البذور من كل نبات بغض النظر ان كان للنبات ثلاثة بذرات أو ٣٠٠٠ بذرة.

أما طريقة تعدد البذور فتخضع لتغايرات ترافق أخذ عينات البذور من العينة المخلوطة لزراعة الجيل التالي. ان هذا التغاير قد يؤدي الى عدم تمثيل النسل من بعض النباتات او تمثيله عدة مرات من نباتات اخرى. يقل التباين الوراثي في المجتمع عندما ينحدر اثنان او اكثر من الأفراد من نبات الجيل الثاني نفسه بدلا من انحدر كل منها من نبات مختلف في الجيل الثاني (Fehr 1987).

مميزات طريقة الانحدار من بذرة واحدة :

الفوائد :

١. طريقة سهلة للمحافظة على المجتمعات خلال التربية الداخلية.
٢. لا يؤثر الانتخاب الطبيعي في المجتمع مالم تختلف التراكيب الوراثية في قدرتها على انتاج بذرة واحدة على الأقل.
٣. تلائم الطريقة ظروف البيت الزجاجي والمشاتل خارج الموسم. حيث يكون اداء التراكيب الوراثية لا يمثل اداءها في المنطقة التي يزرع بها اعتياديا.
٤. بالنسبة لطريقة الانحدار من بذرة واحدة فانها تستغرق وقتا أقل ومساحة أقل للزراعة مقارنة بالجرة المفردة.

النواقص :

- ١ . اعتماد الانتخاب الاصطناعي على مظهر النباتات وليس اداء النسل .
- ٢ . لا يمكن ان يؤثر الانتخاب الطبيعي في المجتمع بشكل ايجابي ما لم تنبت التراكيب الوراثية غير المرغوب فيها أو تعطي بذورا .
- ٣ . في طريقة الانحدار من بذرة واحدة لا يمثل كل نبات في الجيل الثاني في المجتمع والذي ينتج من فشل بعض الأفراد في انتاج بذرة واحدة حية في كل جيل من أجيال التربية الداخلية .
- ٤ . وجوب تعديل حجم المجتمع في طريقة الانحدار من بذرة واحدة لنسبة الانبات .

References

مصادر الفصل الثالث عشر

- Brim, C.A. 1966. A modified pedigree method of selection in soybean. Crop sci. 6: 220.
- Gaskill, J.O. 1952. A new sugarbeet breeding tool— two seed generation in one year. Agron.J. 44: 338.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development. Vol.1. theory and Technique. MacMillan publishing Company, New York, U.S.A. pp 319— 327.
- Johnson, H.W. and R.L. Bernard. 1962. Soybean genetics and Breeding— Adv. Agron. 14: 149— 221.
- Major, D.J. 1980. Environmental effects on flowering. pp 1— 15 in W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds). Hybridization of Crop plants. American soc. of Agron. Madison. Wisc. U.S.A.
- Sharma, D., and J.M. Green. 1980. Pigeonpea. pp471— 487. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds). Hybridization of Crop plants. American Society of Agronomy, Madison, Wisc. U.S.A.

الفصل الرابع عشر طريقة التهجين الرجعي

Backcross Method

مقدمة

نقل الصفة السائدة

نقل الصفة المتنحية

الاعتبارات الوراثية

استعادة الجينات من الأب الرجعي

تأثير الارتباط في استعادة الجينات من الأب الرجعي

التهجينات الرجعية للصفات الكمية

عدد التهجينات الرجعية

التربية للأهداف الاقتصادية

ظاهرة الارتداد

السلالات المتشابهة

الأصناف المتعددة الخطوط

ملخص

المصادر

الفصل الرابع عشر طريقة التهجين الرجعي

Backcross Method

مقدمة :

تستعمل طريقة التهجين الرجعي في العديد من المحاصيل الحقلية. أول من قام بوصف الطريقة Harlan و Pop (1922). تعرف الطريقة بأنها التهجين المتكرر لأحد الآباء. يدعى الأب المتكرر بالأب الرجعي Recurrent parent (R) والأب الآخر باللارجعي Non Recurrent parent (N) أو الوهاب للصفة. وقد أتبع مربو الحيوانات طريقة التهجين الرجعي منذ قرن من الزمان وأطلق عليها بتربية السلالة Line breeding. استعملها Briggs كوسيلة لاضافة صفة مقاومة المرنس في الحنطة والشعير- وهي تستعمل الآن كوسيلة لتحسين كل من المحاصيل الذاتية والخلطية الاخصاب وكطريقة مساعدة لطرق التربية الاخرى.

عادة يتم التهجين بين صنف ناجح (الأب الرجعي) الذي يفتقر لصفة معينة مع أب واهب لتلك الصفة (أب غير رجعي). ثم يتم تضريب الجيل الاول الى الأب الرجعي انذى يعطي التهجين الرجعي الأول BC_1 ، وفي الجيل الثاني التهجين الثاني BC_2 وهكذا. قبل استعمال الحاسوب كانت تستعمل الرموز التالية فعلى سبيل المثال التهجين الرجعي الثالث يكتب $N \times R^4$ أي التهجين الأصلي $N \times R$ مع ثلاثة تهجينات رجعية. أما رموز آخر جيل رجعي فسيكون $N \times R^6 F_2$. أما باستعمال الحاسوب فتكون الرموز بشكل $N(R)^4$ للتهجين الرجعي الثالث و $N \times 6F_2$ للتهجين الرجعي الخامس في لجيل الثاني.

بعد اكمال التهجين الرجعي يتم تمييز المنتخبات كما في طريقة تسجيل النسب. فمثلا $(N * (R))$ (4/1/7) تعرف افراد الجيل الأول والثاني بعد التهجين الرجعي الثالث. لاحظ أن عدد الجيل الرجعي يكون أقل بواحد من عدد التهجينات للأب الرجعي. طريقة التهجين الرجعي مصممة لنقل الأليلات المرغوب فيها ذات درجة التوريث العالية من الأب الواهب (غير الرجعي) الى الأساس الوراثي للأب الرجعي. وكما سنرى في الفقرات التالية أن بالامكان استخدامها لنقل صفات اخرى.

نقل الصفة السائدة :

عادة تكون عملية النقل اسهل عندما تكون الصفة سائدة ويمكن التعرف عليها قبل التزهير وعلى أساس النبات الواحد. وفيما يلي مثلا عن نقل صفة المقاومة للمرض والتي يتحكم بها جين واحد سائد بطريقة التهجين الرجعي :

الموسم الأول : الحصول على بذور الجيل الأول (F_1) الناتجة من تضريب الصنف الحساس (الرجعي) (rr) الى الصنف المقاوم غير الرجعي (RR) . تكون جميع نباتات الجيل الأول (Rr) محمقا محمقا هو السائد

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول (F_1) الى الأب الرجعي (rr) للحصول على بذور التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$ وتكون نسب التراكيب الوراثية $50\% (Rr)$ و $50\% (rr)$.

والفصل

الموسم الثالث : تقويم نباتات $BC_1 F_1$ قبل التزهير ويتم اهمال النباتات الحساسة (rr) . تهجين النباتات المقاومة (Rr) الى الأب الرجعي للحصول على نباتات التهجين الرجعي الثاني $(BC_2 F_1)$ ومحتوى المجتمع على 50% نباتات مقاومة (Rr) و $50\% (rr)$.

والفصل

الموسم الرابع : تقويم نباتات $BC_2 F_1$ قبل التزهير وتهمل النباتات الحساسة (rr) . تهجين النباتات المقاومة (Rr) الى الأب الرجعي للحصول على بذور $(BC_3 F_1)$ التي ستكون مؤلفة من $50\% (Rr)$ و $50\% (rr)$.

12.5 87.5

التقار

الموسم الخامس : يتم الحصول على بذور BC_4F_1 بالطريقة نفسها في الموسمين الثالث والرابع .

9375- Rr لافزال rr → 6.25

الموسم السادس : تقويم نباتات BC_4F_1 قبل التزهير وتهمل النباتات الحساسة (rr) . يتم التلقيح الذاتي للنباتات المقاومة (Rr) وتحصد بذور التهجين الرجعي الرابع BC_4F_1 عند النضج .

الموسم السابع : تتألف نباتات BC_4F_2 وكمعدل ٢٥٪ (RR) و ٥٠٪ (Rr) و ٢٥٪ (rr) . تقويم النباتات قبل التزهير وتهمل النباتات الحساسة (rr) ويتم التلقيح الذاتي للنباتات المقاومة (RR) و (Rr) . يتم حصاد كل نبات في الجيل BC_4F_2 بصورة منفصلة .

الموسم الثامن : يتم اختيار النسل لكل نبات BC_4F_2 قبل التزهير ويتم اهمال النباتات الانعزالية في التركيب (Rr) ويتم التلقيح الذاتي للنباتات الأصلية (RR) . وفي الجيل الثامن والأجيال التالية يتم تقويم عوائل BC_4F_2 للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي . ويتم الحصاد الأجمالي للنباتات المنتخبة لتحل محل الأب الرجعي يوضح الشكل ١٤ - ١ نقل الصفة السائدة .

بعض الصفات المرغوب فيها والتي يسيطر عليها جين سائد لا يمكن تقويمها حتى مرحلة ما بعد الإزهار . وفي مثل هذه الحالات يجب تغيير الطريقة السابقة . احدى الطرق كالاتي :

الموسم الأول : الحصول على بذور الجيل الأول (F_1) من التهجين بين الأب الحساس الرجعي (rr) الى الأب المقاوم غير الرجعي (RR) جميع بذور الجيل الأول تكون (Rr) .

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول (F_1) الى الأب الرجعي (rr) للحصول على بذور BC_1F_1 والتي تكون مؤلفة من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (rr) .

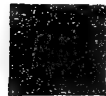
الموسم الثالث : يتم تهجين نباتات BC_1F_1 الى الأب الرجعي . تقويم الصفة قبل الحصاد وتهمل النباتات الحساسة وبذورها من BC_2F_1 . ويتم الاحتفاظ بالنباتات المقاومة (Rr) وبذورها BC_2F_1 (مؤلفة كمعدل من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (rr) .

أب عرجي حساس

أب داهب مقاوم

rr صابريك

up 114 RR



X



rr X F₁ Rr

← 50% up 114

← 50% صابريك



Bc₁F₁



← 25% up 114

← 75% صابريك

rr

—

حساس - كامل

rr صابريك X Rr

—

مقاوم يستعمل في
التجريب الرجعي

Bc₂F₁



← 12.5% up 114

← 87.5% صابريك

rr

—

حساس - كامل

و

Rr

—

مقاوم يستعمل في التجريب الرجعي

RR

عدة تجينات مهيبة
صابريك

شكل ١٤ - ١. نقل صفة المقاومة لمرض صدأ الأوراق من الصنف أب ١١٤ up 114 الى الصنف صابريك.

الموسم الرابع والخامس : تستعمل الطريقة نفسها في الموسم الثالث للحصول على بذور BC_4F_1 و BC_3F_1 .

الموسم السادس : يتم التلقيح الذاتي لنباتات BC_4F_1 . ويتم تقويم الصفة قبل الحصاد وتهمل النباتات الحساسة. تحصد بذور BC_4F_2 من النباتات المقاومة.

الموسم السابع : يتم التلقيح الذاتي لنباتات BC_4F_2 (RR) ٪ ٥٠ و (Rr) ٪ ٢٥. (rr). تقويم الصفة قبل الحصاد وتهمل النباتات الحساسة. يتم حصاد البذور من كل نبات مقاوم في الجيل BC_4F_2 (Rr و RR) بصورة منفصلة.

الموسم الثامن : تزرع البذور من كل نبات مقاوم BC_4F_2 ويتم التلقيح الذاتي لكل من النباتات في السطر. تهمل السطور التي تظهر انعزالاً في الصفة. ويتم حصاد البذور من السطور الأصلية التي تظهر المقاومة.

خلال الجيل الثامن والأجيال التالية يتم تقويم العوائل للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي ويتم انتخاب النباتات المرغوب فيها لتحل محل الأب الرجعي.

نقل الصفة المتنحية :

عندما تكون الصفة المطلوب نقلها متنحية فمن الواجب ادخال اختبار النسل في برنامج التهجين الرجعي. كذلك يجب استعمال اختبار النسل عندما لا يمكن تقويم الصفة في البيئة التي يجري فيها التهجين الرجعي بغض النظر ان كان يتحكم في الصفة اليل سائد أو متنح وفي المثال التالي يوضح اسلوب نقل الصفة المتنحية (r) بأقصر وقت ممكن عند استخدام اختبار النسل الضروري لتحديد التركيب الوراثي في نسل التهجين الرجعي.

الموسم الأول : الحصول على بذور الجيل الأول بتهجين الأب الرجعي الحساس (RR) الى الأب المقاوم غير الرجعي (rr). تكون جميع بذور الجيل الاول (F_1) ذات تركيب وراثي (Rr) .

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول الى الأب الرجعي (RR) للحصول على بذور (BC_1F_1) التي ستألف من ٪ ٥٠ (Rr) و ٪ ٥٠ (RR).

٥٤١

الموسم الثالث : عادة لا يمكن التمييز بين الافراد ذات التركيب (Rr) و (RR) لأن للجميع الصفة السائدة. لاكمال التهجين الرجعي بأقل عدد من المواسم يتم تهجين كل نبات $BC_1 F_1$ الأب الرجعي (rr) للحصول على $(BC_2 F_1)$ والتلقيح الذاتي للحصول بذور $(BC_1 F_2)$ لغراض اختبار النسل.

الموسم الرابع : تستعمل بذور التهجين الرجعي للجيل الثاني $(BC_1 F_2)$ لاختبار النسل لكل من نباتات التهجين الرجعي للجيل الأول $(BC_1 F_1)$ قبل ان تبدأ أفراد التراكيب $(BC_2 F_1)$ التزهير. تكون نباتات $(BC_1 F_1)$ الأصلية (RR) حساسة ويكون نسل جميعها حساساً. أما نسل $BC_1 F_2$ من النباتات الخليطة $(BC_1 F_1)$ فستنزل الى نباتات (rr) مقاومة واخرى حساسية (Rr). تهمل نسل $BC_2 F_1$ من النباتات الأصلية الحساسة (RR). أما نسل $BC_2 F_1$ من الخليط $(BC_1 F_1)$ فإنه يهجن الى الأب الرجعي للحصول على $(BC_3 F_1)$ ويلقح ذاتياً للحصول على بذور $(BC_2 F_2)$ لغرض اختبار النسل في الجيل التالي.

الموسم الخامس : تستعمل بذور $(BC_2 F_2)$ لاختبار النسل لكل نبات $BC_2 F_1$ قبل بدء أفراد $(BC_3 F_1)$ بالتزهير. يكون جميع نسل $BC_3 F_1$ من النباتات الأصلية $BC_2 F_1$ (RR) حساساً واهمل. أما نسل $BC_3 F_1$ من نباتات $BC_2 F_1$ الخليطة (Rr) فيتكون من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR). تهجن نباتات $(BC_3 F_1)$ الى الأب الرجعي للحصول على بذور $BC_4 F_1$ وتلقح ذاتياً للحصول على بذور $(BC_3 F_2)$ لغرض اختبار النسل في الجيل التالي.

الموسم السادس : تستعمل بذور $BC_3 F_2$ لاختبار نسل كل من نباتات $(BC_3 F_1)$ قبل بدء $(BC_4 F_1)$ بالازهار. يكون نسل $BC_4 F_1$ من نباتات $(BC_3 F_1)$ الأصلية (RR) حساساً واهمل. أما نباتات $(BC_4 F_1)$ التي حصل عليها من التهجينات على نباتات $BC_3 F_1$ الخليطة (Rr) فتعزل بنسبة ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR) ويتم التلقيح الذاتي للجميع. ويتم حصاد كل نبات من $BC_4 F_1$ بشكل منفصل.

الموسم السابع : يتم اختبار نسل كل نبات $BC_4 F_1$. يكون جميع نسل النباتات من $BC_4 F_1$ الحساسة (RR) حساساً وتهمل العائلة. أما نسل $BC_4 F_2$ من النباتات الخليطة $BC_4 F_1$ (Rr) فيعزل الى نباتات مقاومة (rr) ونباتات حساسة (R-). فاذا أمكن اكمال

اختبار النسل قبل التلقيح فيتم التلقيح الذاتي للنباتات المقاومة (rr) فقط . وإذا لم يكن بالامكان تقويم الصفة الى مابعد الازهار فانه يتم التلقيح الذاتي لجميع نباتات $BC_4 F_1$. يتم التعرف على نباتات $BC_4 F_1$ قبل الحصاد وتحفظ بذور كل نبات بشكل منفصل .

الموسم الثامن : خلال الموسم الثامن والمواسم التالية يتم تقويم عوائل $BC_4 F_2$ (المقاومة) للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي . ويتم انتخاب النباتات المرغوب فيها وتجمع بذورها لتحمل محل الأب الرجعي .

يحوّر البرنامج السابق قليلاً عند استعماله في صفات لا يمكن تقويمها في الظروف البيئية نفسها التي يجري بها التهجين الرجعي . في الموسمين الرابع والسادس يتم اختبار النسل لبذور $BC \times F_1$ في ظروف بيئية يمكن فيها تقويم الصفة ، وتم زراعة نباتات $(BC \times F_1)$ في ظروف بيئية مختلفة حيث يتم اجراء التهجين الرجعي . يحدد اختبار النسل أي من نباتات $BC \times F_1$ يمكن استعماله في التهجين (الموسمين الرابع والخامس) أو تلقيح ذاتياً (الموسم السادس) . في الموسم السابع ، يتم التلقيح الذاتي لنسل $BC_4 F_2$ من النباتات الخليطة ($BC_4 F_1$) وتحصد بصورة منفصلة . في الموسم الثامن ، يتم اختبار كل نبات ($BC_4 F_2$) ويحتفظ فقط بالنباتات الأصلية للمقاومة (RR للأليل السائد و rr للأليل المتنحي) . وخلال الجيل الثامن والمواسم التالية يتم تقويم اداء النباتات الأصلية من ($BC_4 F_2$) نسبة للأب الرجعي .

عندما يكون ضرورياً اجراء اختبار النسل لتحديد وجود الأليل المرغوب فيه خلال التهجين الرجعي ، فإنه يمكن اجراء الاختبار في موسم والتهجين الرجعي في الموسم التالي . وتزيل هذه الطريقة تهجينات الافراد التي لا تحمل الاليل ولكنها تزيد من عدد المواسم الضرورية لاكمال التهجين الرجعي . المثال التالي يوضح نقل الصفة المتنحية المقاومة للأمراض . ويفترض انه لا يمكن تقويم المقاومة حين اكمال التلقيح وتستعمل اربع تهجينات رجعية .

الموسم الاول : الحصول على بذور الجيل الأول بتهجين الأب الرجعي الحساس (RR) الى الأب غير الرجعي المقاوم (rr) . تكون جميع نباتات الجيل الأول (Rr) .

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول الرجعي (RR) للحصول على بذور ($BC_1 F_1$) التي ستكون مؤلفة من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR) .

الموسم الثالث : يتم التلقيح الذاتي لنباتات ($BC_1 F_1$) وتحصد البذور من كل نبات بشكل منفصل .

الموسم الرابع : زراعة النسل ($BC_1 F_2$) من كل نبات ($BC_1 F_1$) في سطر ثم تلقح ذاتياً ويتم التعرف على النباتات المقاومة (rr) ضمن السطور الانعزالية وتحصد البذور من نباتات ($BC_1 F_2$) المقاومة .

الموسم الخامس : يهجن النسل من النباتات الأصلية المقاومة (rr) من نباتات ($BC_1 F_2$) الى الأب الرجعي (RR) للحصول على بذور ($BC_2 F_1$) . (Rr) .

الموسم السادس : تهجن نباتات ($BC_2 F_1$) الى الأب الرجعي للحصول على بذور ($BC_3 F_1$) التي تتكون من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR) .

الموسم السابع : التلقيح الذاتي لنباتات ($BC_3 F_1$) وتحصد البذور من نبات بصورة منفصلة .

الموسم الثامن : يزرع نسل ($BC_3 F_2$) من كل نبات ($BC_3 F_1$) في سطر، وتلقح النباتات ذاتياً، ويتم التعرف على النباتات المقاومة (rr) ضمن السطور الانعزالية وتحصد البذور من النباتات المقاومة ($BC_3 F_2$) .

الموسم التاسع : يهجن النسل من نباتات ($BC_3 F_2$) الاصلية والمقاومة (rr) الى الأب الرجعي للحصول على بذور ($BC_4 F_1$) (Rr) .

الموسم العاشر: تلقح نباتات ($BC_4 F_1$) ذاتياً للحصول على بذور ($BC_4 F_2$) (٢٥٪ RR و ٢٥٪ rr) .

الموسم الحادي عشر: تلقح نباتات $BC_4 F_2$ ذاتياً وتحصد النباتات المقاومة بصورة فردية .

الموسم الثاني عشر: خلال الموسم الثاني عشر والمواسم التالية تقيم عوائل $BC_4 F_2$ للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي ويتم انتخاب النباتات المرغوب فيها وتحصد اجمالاً لتحل محل الأب الرجعي .

الاعتبارات الوراثية :

أ- انتخاب النبات الأم : تحصل الخلايا النباتية على السايٲوبلازم عن طريق الكاميتات الانثوية. ولذلك سيحدد سايٲوبلازم السلالات المشتقة عن طريق التهجين الرجعي بالنباتات التي استعملت كأناث في التهجين الابتدائي والتهجينات الرجعية التالية. يكتسب هذا أهمية خاصة عند استعمال العقم الوراثي الذكري - السايٲوبلازمي لانتاج البذور الهجينة. حيث يتم تحويل السلالات الاصلية الخصبة - ذكرياً وذات السايٲوبلازم الاعتيادي السلالات (B) (B-lines) ولها جينات عدم الاسترجاع nonrestorer الى سلالات عقيمة السايٲوبلازم (A-lines) وبذلك يمكن استعمالها كأب انثى عقيم ذكرياً في التهجين. وفي مثل برنامج التهجين الرجعي هذا تستعمل السلالة العقيمة ذكرياً وذات السايٲوبلازم العقيم ولا تحمل جينات مسترجعة كأم في التهجين الابتدائي. ستكون النباتات الهجينة من التهجين الابتدائي وجميع التهجينات الرجعية التالية عقيمة ذكرياً بسبب امتلاكها السايٲوبلازم العقيم.

واذا مارغب في استعادة سايٲوبلازم الأب غير الرجعي يجب استعمال الأب غير الرجعي كنبات ام في التهجين الابتدائي حتى وان لم تشمل العقم الذكري السايٲوبلازمي وفي جميع التهجينات الرجعية التالية يستعمل الاب الرجعي كنبات ذكري. يمكن استعمال سايٲوبلازم الاب الرجعي من السلالات المشتقة من التهجينات الرجعية باستعمال الاب الرجعي كأم في التهجين الابتدائي او في اي جيل من التهجين الرجعي.

احتمالية نقل الجينات المرغوب فيها : تعتمد احتمالية استعادة الجينات المرغوب فيها عن طريق التهجين الرجعي على التكرار المتوقع للافراد الحاملة للجينات وعدد الافراد المتوفرة. بالامكان حساب عدد البذور او النباتات الضروري لتحقيق مستوى احتمال معين للنجاح في اسعادة الجينات المرغوب فيها.

هذا وقد اعطى (Sedcole 1977) طرق أربعة لحساب العدد الكلي الضروري للحصول على واحد أو أكثر من الجينات المرغوب فيها تحت احتمال معين للنجاح. تختلف الطرق في درجة دقتها للتقديرات وتعقيد الحسابات. استخدم الطرق الادق والاعقد حسابياً لوضع جدول يمكن استعماله لتحديد عدد النباتات المطلوبة لاغلب الحالات التي تصادف في برامج التهجين الرجعي وهي موضحة في الجدول ١٤ - ١.

الجدول ١٤ - ١ : عدد النباتات الكلي والضروري للحصول على النباتات التي تحمل الجينات المرغوب فيها .

r (عدد النباتات المطلوب الحصول عليها)										q*	p*
١٥	١٠	٨	٦	٥	٤	٣	٢	١			
٤٠	٢٨	٢٣	١٨	١٦	١٣	١١	٨	٥	١	٠,٩٥	
									٢		
									١		
٦٢	٤٤	٣٧	٢٩	٢٥	٢١	١٧	١٣	٨	٣		
									١		
٨٤	٦٠	٥٠	٤٠	٣٤	٢٩	٢٣	١٨	١١	٤		
									١		
١٧٢	١٢٣	١٠٣	٨٢	٧١	٦٠	٤٩	٣٧	٢٣	٨		
									١		
٣٤٧	٢٤٨	٢٠٨	١٦٦	١٤٤	١٢٢	٩٩	٧٥	٤٧	١٦		
									١		
٦٩٧	٥٠٠	٤١٨	٣٣٤	٢٩١	٢٤٦	٢٠٠	١٥٠	٩٥	٣٢		
									١		
١٣٩٧	١٠٠٢	٨٣٩	٦٧١	٥٨٤	٤٩٤	٤٠١	٣٠٢	١٩١	٦٤		
									١		
٤٥	٣٢	٢٧	٢٢	١٩	١٧	١٤	١١	٧	٢	٠,٩٩	
									١		
٧١	٥٢	٤٤	٣٥	٣١	٢٧	٢٢	١٧	١٢	٣		
									١		
٩٦	٧٠	٦٠	٤٩	٤٣	٣٧	٣١	٢٤	١٧	٤		
									١		
١٩٨	١٤٦	١٢٤	١٠١	٨٩	٧٧	٦٤	٥١	٣٥	٨		
									١		
٤٠٢	٢٩٦	٢٥٢	٢٠٦	١٨٢	١٥٨	١٣٢	١٠٤	٧٢	١٦		
									١		
٨٠٩	٥٩٧	٥٠٨	٣١٦	٢٦٨	٢١٨	٢٦٦	٢١٠	١٤٦	٣٢		
									١		
١٦٢٣	١١٩٨	١٠٢٠	٨٣٥	٧٣٩	٦٤٠	٥٣٥	٤٢٣	٢٩٣	٦٤		

* احتمال استعادة (r) من النباتات التي تحمل الجينات المرغوب فيها .

* تكرار النباتات التي تحمل الجينات المرغوب فيها .

المصدر، Sedcole (1977).

وقد اشار Sedcole 1977 للحالات التي لم يشملها الجدول الى طريقة لحساب عدد النباتات المطلوبة من المعادلة (١٤ - ١) التالية :

$$n = \frac{[2(r - 0.5) + z^2(1 - q)] + z[z^2(1 - q)^2 + 4(1 - q)(r - 0.5)]^{\frac{1}{2}}}{2q} \quad \dots (14-1)$$

حيث ان :

n = العدد الكلي للنباتات المطلوبة

r = عدد النباتات المطلوبة التي تحمل الجينات المرغوب فيها

p = تكرار النباتات ذات الجينات المرغوب فيها

q = احتمال استعادة العدد المطلوب من النباتات ذات الجينات المرغوب فيها
 z = قيمة دالة للاحتمال P .

ان قيمة $z = 1.645$ لقيمة P المساوية الى 0.05 و $Z = 2.326$ لقيمة P المساوية الى 0.99 وعلى سبيل المثال اذا كانت قيم $r = 15$, $q = \frac{1}{64}$ و $p = 0.95$ و $(z = 1.645)$ فان
 (n)

$$n = \frac{\left[12(14.5) + 1.645^2 \left(\frac{63}{64} \right) \right] + 1.645 \left[1.645^2 \left(\frac{63}{64} \right)^2 + 4 \left(\frac{63}{64} \right) (14.5) \right]^{\frac{1}{2}}}{2 \times \frac{1}{64}}$$

$$n = 1420$$

كذلك يجب الاخذ بنظر الاعتبار نسب الانبات عند تحديد عدد البذور المطلوبة لاعطاء عدد معين من النباتات والمعادلة هي (١٤ - ٢) :

$$\text{عدد البذور} = \frac{\text{عدد النباتات المطلوبة}}{\text{نسبة الانبات}} \dots (14-2)$$

وعلى سبيل المثال اذا كان المطلوب ١٠٠ نبات وكانت نسبة الانبات ٨٠٪ فان الحسابات تكون :

$$\text{عدد البذور} = \frac{100}{0.80} = 125 \text{ بذرة}$$

ستوضح الحسابات في التهجين الرجعي في المثال التالي حيث ستذكر الحسابات المرفقة لنقل صفة مرغوب فيها مثل المقاومة للأمراض والتي يتحكم بها أليل متنحٍ Fehr, 1987.

الموسم الأول : اجراء التهجين بين الاب غير الرجعي (rr) مع الأب الرجعي (RR). يعتمد عدد بذور الجيل الأول الواجب الحصول عليها على عدد النباتات الهجينة المطلوبة في الموسم الثاني لغرض التضريب والحصول على العدد المطلوب من بذور التهجين الرجعي الأول (BC₁F₁). وسنفرض انه يمكن الحصول على بذور BC₁F₁ على نبات واحد من الجيل الأول B₁ وان نسبة انبات الجيل الأول ٨٠٪. ان أقل عدد من بذور الجيل الأول الواجب الحصول عليها وهي :

$$= \frac{\text{نبات واحد للجيل الأول } F_1}{\text{٨٠} \times \text{بذرة } F_1} = 2 \text{ بذرة } F_1$$

لذلك يجب الحصول على بذرتين F₁ خلال الموسم الأول على الأقل.

الموسم الثاني : تهجن نباتات الجيل الأول (Rr) الى الاب الرجعي (RR) للحصول على بذور BC₁F₁ التي تتكون وكمعدل من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR). فما هو عدد بذور BC₁F₁ المطلوبة؟ الجواب يكون دالة العوامل التالية (أ) عدد النباتات الخليطة للجيل الرجعي الأول BC₁F₁ المرغوب تهجينها في الموسم الثالث. (ب) احتمالية النجاح المطلوبة للحصول على العدد المرغوب فيه من نباتات BC₁F₁ الخليطة و (ج) نسبة الانبات. سنفرض ان المطلوب ثلاثة نباتات BC₁F₁ خليطة وان احتمال النجاح ٩٩٪. عندما تكون p = ٠,٩٩ و r = ٣ و q = تكرار افراد (Rr) = $\frac{1}{4}$ فان عدد نباتات BC₁F₁ التي يجب توفيرها في الموسم الثالث هو (١٤) (جدول ١٤ - ١). ونسبة انبات ٨٠٪ فان عدد بذور BC₁F₁ المطلوبة ١٨ = ٠,٨ ÷ ١٤ بذرة.

الموسم الثالث : يهجن كل نبات BC₁F₁ (Rr أو RR) الى الأب الرجعي للحصول على بذور BC₂F₁. فما هو عدد بذور BC₂F₁ المطلوبة على كل نبات؟ يعتمد الجواب على : (أ) عدد نباتات BC₂F₁ الخليطة والمرغوب تهجينها في الموسم الرابع. (ب) احتمالية النجاح المطلوبة و (ج) نسبة الانبات. سنفرض ان المرغوب فيه نباتان خليطان من نباتات BC₁F₁ واحتمال النجاح ٩٥٪. اذا تم تهجين النباتات الخليطة BC₁F₁ (تهجين (Rr) مع

الاب الرجعي) فإن تكرار الخليط لبذور (Rr) (BC_2F_1) يكون $\frac{1}{4}$. وعندما تكون $p = 0.95$ ، $r = 2$ و $q = \frac{1}{4}$ فإن عدد النباتات المطلوبة يكون ٨. ونسبة انبات ٨٠٪ فإن عدد بذور BC_2F_1 المطلوبة من نبات BC_1F_1 ستكون $8 / 0.80 = 10$ بذور.

الموسم الرابع : تستعمل بذور BC_1F_2 لاختبار نسب نبات (BC_1F_1). فما هو عدد نباتات BC_1F_2 التي يجب تنميتها للتقويم الملائم لافراد BC_1F_1 ؟ كل نبات هجين (Rr) سيكون له نسل ينزل في المعدل الى $\frac{3}{4}$ حساس (RR أو Rr) و $\frac{1}{4}$ مقاوم (rr). ان عدد نباتات BC_1F_2 التي يجب زراعتها سيعتمد على اقل عدد من النباتات المقاومة التي يجب ان نجدها في النسل واحتمال النجاح. وعندما تكون $p = 99\%$ و $r = 2$ و $q = \frac{1}{4}$ فإن عدد النباتات هو ٢٤. ونسبة انبات ٨٠٪ فإن عدد بذور BC_1F_2 التي يجب زراعتها لاجراض اختبار النسل ستكون $24 / 0.80 = 30$ نبات.

المثال السابق يوضح الصفات التي سيطر عليها جين مفرد واذا كان هناك جينين او اكثر فان عدد النباتات المطلوبة في كل جيل من التهجين الرجعي لنقل الجينات المرغوب فيها بنجاح ستزداد بشكل اساسي. وكمثال افرض ان الصفة المرغوبة تتحكم فيها اليات سائدة لموقعين. فان التهجين الاول بين الاب غير الرجعي (AA BB) والاب الرجعي (aabb) يعطي $F_1 (Aa Bb)$. وعندما تهجن نباتات الجيل الاول الى الاب الرجعي فما هو عدد نباتات Aa Bb الواجب الحصول عليها ولتوكيد نسبة نجاح ٩٩٪ في الحصول على ثلاثة نباتات ولها الجينان السائدان معاً؟ ان تكرار كامبتات (AB) من نباتات F_1 هو $\frac{1}{4}$ وهو تكرار نباتات Aa Bb المتوقع في BC_1F_1 . وعندما تكون قيمة $p = 99\%$ و $q = \frac{1}{4}$ و $r = 3$ فإن عدد نباتات BC_1F_1 المطلوبة ٣١ (جدول ١٤ - ١) وبالمقارنة في الحصول على العدد نفسه من الافراد الخليطة BC_1F_1 في حالة الجين الواحد والتي احتاجت ١٤ نباتاً فقط.

استعادة الجينات من الاب الرجعي :

ان هدف التهجين الرجعي هو استعادة الجينات من الأب الرجعي ماعدا تلك التي تنقل من الاب الواهب (غير الرجعي). ويعتمد معدل استعادة الجينات على مقدار الانتخاب للصفات من الاب الرجعي الذي يمارس اثناء التهجين الرجعي كذلك على الارتباط.

وبغياب الانتخاب والارتباط يزداد معدل النسبة المئوية للجينات من الاب الرجعي في كل تهجين رجعي بمقدار نصف النسبة المئوية للاصل الوراثي للاب غير الرجعي والموجودة في جيل التهجين الرجعي السابق (جدول ١٤ - ٢) المعادلة العامة لمعدل استعادة الأب الرجعي هي :

$$\text{معدل الاستعادة} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} \dots (١٤ - ٣)$$

حيث n = عدد التهجينات الرجعية للاب الرجعي. تكون قيمة $n = 0$ في الهجين الابتدائي (F_1) وفي BC_1 تكون قيمة $n = 1$ وهكذا.

جدول ١٤ - ٢ : معدل استعادة الجينات من الاب التكراري خلال التهجين الرجعي

النسبة المئوية للآباء		الجيل
الرجعي	غير الرجعي	
٥٠	٥٠	F_1
٧٥	٢٥	$BC_1 F_1$
٨٧,٥	١٢,٥	$BC_2 F_1$
٩٣,٧٥	٦,٢٥	$BC_3 F_1$
٩٦,٨٧٥	٣,١٢٥	$BC_4 F_1$
٩٨,٤٣٧٥	١,٥٦٢٥	$BC_5 F_1$

عن : Fehr (1987) pp 370

استعمل مصطلح معدل استعادة الجينات في كل جيل من التهجين الرجعي وذلك لوجود مدى بين النباتات في عدد الجينات المستعادة من افراد الاب التكراري. في كل جيل والتي تكون اصيلة لجينات الاب التكراري. اورد Allard (1960) المعادلة العامة التالية :

$$\text{نسبة الافراد الاصيلة} = \left(\frac{2^m - 1}{2^m}\right)^n$$

حيث : m = عدد التهجينات الرجعية الى الأب التكراري.
 n = عدد الجينات التي تكون الآباء الرجعية وغير الرجعية الاليلات المختلفة او عدد المواقع الخليطة.

تكون قيمة m للتهجين الابتدائي $F = 5$ اما في BC_1F_1 فان $m = 1$ وهكذا.

واذا اختلف الاب الرجعي وغير الرجعي باليلات مختلفة في عشرة مواقع فان ١,٠٪ من نباتات BC_1F_1 و ٦٪ من BC_2F_1 و ٢٦٪ من BC_3F_1 ستكون اصيلة للعشر آليات من الأب الرجعي (جدول ١٤ - ٣). وستكون لبقية النباتات تكرارات متغيرة من الاليلات العشرة. ونتيجة لذلك سيكون هناك تباين كبير في المظهر الخارجي للنباتات خصوصاً في الاجيال الاولى. الانتخاب للنباتات من التهجين الرجعي والتي تماثل الاب الرجعي يمكن ان يزيد من معدل استعادة الجينات. ولذلك السبب فمن المفيد الحصول على اكثر من العدد الاقل من النباتات المطلوبة للتأكد من وجود الجينات. وكمثال اذا كان تكرار النباتات التي لها جينات مرغوب فيها $\left(\frac{1}{2} = q\right)$ واحتمال النجاح $(p = 0.95)$ فان الحد الادنى لعدد النباتات المطلوبة هو خمس للحصول على الجينات المرغوب فيها. واذا حصلنا على (٤٠) نباتاً من التهجين الرجعي فان ١٥ نباتاً سيكون لها الجينات المرغوب فيها. يمكن ان يعجل الانتخاب بين ال ١٥ نباتاً لتلك التي تشابه الاب الرجعي في استعادة الجينات من الاب الرجعي.

الجدول ١٤ - ٣ : النسبة المئوية للأفراد الاصيلة لاليلات الاب الرجعي في الأجيال المختلفة من التهجين الرجعي.

أجيال التهجين الرجعي						
						عدد الجينات المختلفة الاليلات
٦	٥	٤	٣	٢	١	
..... %						
٩٨	٩٧	٩٤	٨٨	٧٥	٥٠	١
٩٧	٩٤	٨٨	٧٧	٥٦	٢٥	٢
٩٢	٨٥	٧٢	٥١	٢٤	٣	٥
٨٥	٧٣	٥٢	٢٦	٦	٠,١	١٠

تأثير الارتباط في استعادة الجينات من الأب الرجعي :

ناقش Pop و Harlan (1922) تأثير الارتباط على استعادة جينات الاب الرجعي. وأشاروا الى ان التهجين الرجعي يوفر فرصة جيدة للعبور الوراثي بين الجينات المرغوب فيها من الأب غير الرجعي والجينات غير المرغوب فيها المرتبطة معها. وإذا فرضنا ان صفة المقاومة للمرض (R) مرتبطة مع صفة غير مرغوب فيها مثل (d) في الاب غير الرجعي ، وان للأب الرجعي الأليلات (rD). ولاستعادة الكاميت المرغوب فيه (RD) فان العبور الوراثي بين (Rd) يكون فعالاً في التراكيب الوراثية الخليطة (Rd / rD) وليس فعالاً بين الافراد الاصلية $\frac{Rd}{Rd}$ أو (RD / RD). وفي كل جيل من التهجين الرجعي تتحد الكاميتات (Rd) مع كاميتات rD من الأب الرجعي لانتاج أفراد بالتركيب الوراثي (Rd / rD). وبالمقارنة يحتمل التلقيح الذاتي في المجتمع نسبة الافراد الخليطة وبذلك تقلل من امكانية حصول عبور وراثي مؤثر.

اشار Allard (1960) الى أن احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه والمرتبط الى جين مرغوب فيه يمكن تحديده بالمعادلة ١٤ - ٥.

$$1 - (1 - p)^{m+1} \quad \dots (5-14)$$

حيث (P) يمثل معامل الاتحادات الجديدة (العبور الوراثي) بين الجينات المرتبطة و (m) عدد التهجينات الرجعية. وعلى سبيل المثال اذا كان معامل الاتحادات الجديدة 0.10 ، فان احتمال ازالة الأليل غير المرغوب فيه من دون الانتخاب خلال خمسة اجيال من التهجين الرجعي :

$$1 - (1 - 0.10)^{5+1} = 0.47$$

يوضح الجدول ١٤-٤ احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه (b) والمرتبط الى الجين المرغوب فيه عن طريق التلقيح الذاتي والتهجين الرجعي عند عدم ممارسة الانتخاب.

جدول ١٤-٤ : تأثير الارتباط في احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه (b) والمرتبط بالجين المرغوب فيه (A)

معامل الاتحادات الجديدة	احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه	
	مع خمس تهجينات رجعية	بالتلقيح الذاتي
٠,٥٠	٠,٩٨	٠,٥٠
٠,٢٠	٠,٧٤	٠,٢٠
٠,١٠	٠,٤٧	٠,١٠
٠,٠٢	٠,١١	٠,٠٢
٠,٠١	٠,٠٦	٠,٠١
٠,٠٠١	٠,٠٠٦	٠,٠٠١

عن : Allard (1960) pp 152

التهجينات الرجعية للصفات الكمية:

يرتبط مدى سهولة ونجاح التهجين الرجعي على:
 (أ) عدد الجينات التي تسيطر على الصفة.
 (ب) دور البيئة في تأثيرها في تعبير الجين.

وبزيادة عدد الجينات فان نسبة التراكيب الوراثية المرغوب فيها تقل. وبانخفاض نسبة التراكيب الوراثية المرغوب فيها يجب زيادة عدد النباتات المزروعة لاستعادة التركيب الوراثي المرغوب فيه. ويمكن فهم هذه العلاقة من دراسة الجدول ١٤-١ ولتختلف قيم q. ولذلك فان احدى المشاكل التي ترافق التهجين الرجعي للصفات الكمية هو كبر حجم المجتمع الواجب استخدامه.

الصعوبة الثانية في التهجين الرجعي للصفات الكمية هو تأثير البيئة في تعبير الجين المرغوب فيه. يعتمد النجاح في برنامج التهجين الرجعي على القدرة في التعرف

على التراكيب الوراثية المرغوب فيها في كل جيل. وعندما يكون للبيئة تأثير كبير في ظهور الصفة فان من الصعوبة تمييزها.

- يتأثر النجاح في نقل الصفة الكمية بعوامل :
- (أ) الانتخاب للأب الرجعي.
 - (ب) التلقيح الذاتي.
 - (ج) اختبار النسل.

(أ) انتخاب الأب غير الرجعي :

قد يكون من الصعوبة واحيانا من غير الممكن النقل الكامل للصفة الكمية كما هي موجودة في الأب غير الرجعي. ولهذا السبب قد يكون من المفيد اختيار الأب غير الرجعي الذي يكون متطرفاً في الصفة المرغوب فيها نقلها الى السلالات المشتقة من التهجين الرجعي. فعلى سبيل المثال افرض أن الهدف هو الحصول على صنف مبكر بعشرة أيام. فإذا كان الأب الرجعي المختار يصل النضج بعشرة أيام قبل الأب الرجعي فان بالامكان الحصول على سلالات تبكير بـ ٧ أو ٨ أيام من الأب الرجعي ولكن من الصعوبة جدا الحصول على تبكير بعشرة أيام. البديل هو استعمال أب غير رجعي يبكر بعشرين يوما وبذلك يستطيع المرء تحقيق الهدف المطلوب.

وكما في الصفة النوعية فان الأب غير الرجعي يجب ان يماثل الأب الرجعي قدر الامكان في جميع الصفات ماعدا الصفة تحت النقل. وهذا ما يقلل من عدد اجيال التهجين الرجعي المطلوبة لاستعادة السلالات ذات الصفات المرغوب فيها للأب الرجعي.

(ب) التلقيح الذاتي :

تكون الجينات التي تسيطر على الصفة المرغوب فيها خليطة بعد كل تهجين رجعي وتختلف نباتات التهجين الرجعي الأول بعدد الأليلات المرغوب فيها التي تمتلكها من الأب غير الرجعي. ويسبب كون الأليلات من الأب الرجعي مشتركة بين جميع النباتات فان التباين بين نباتات التهجين الرجعي $BC F_1$ للصفة المرغوب فيها قد يكون محدوداً.

لذلك فان التلقيح الذاتي للنباتات بعد كل تهجين رجعي يزيد من عدد التراكيب الوراثية المختلفة بتكوينها نباتات أصيلة للأليلات. ويمكن كشف الافراد الناتجة عن التلقيح الذاتي والتي تمتلك تكراراً عالياً للأليلات المرغوب فيها وبعضها أصيلاً بصورة أسهل من أفراد التهجين الرجعي التي تكون خليطة المواقع. ويزيد كل جيل من التلقيح الذاتي من تكوين المواقع الأصلية وبالتالي التغاير بين المواقع ولذلك يمكن ممارسة الانتخاب بين نباتات الجيل الثاني F_2 أو الأجيال التالية :

(ج) اختبار النسل :

ان الانتخاب على أساس النبات المفرد يكون غير مؤثر نسبياً للصفة التي تتأثر بشدة بالظروف البيئية. ويمكن ان يحسن اختبار نسل مكرر لأفراد التلقيح الذاتي من مصداقية المعلومات حول الامكانية الوراثية للنبات المفرد ويزيد من استعمال التراكيب الوراثية في التهجين الرجعي التي لها تكرار عالٍ من الأليلات المرغوب فيها. واذا ما تم التلقيح الذاتي يدويا او طبعياً خلال اختبار النسل فإن انتخاب النباتات المفردة ضمن السلالات المتفوقة قد يزيد من فرصة انتخاب الأفراد المتفوقة لاغراض التهجين الرجعي Fehr 1987.

وفيما يلي برنامج تهجين رجعي لتحسين محتوى البروتين في بذور سلالة نقية من ٢٠٪ الى ٢٥٪. تم اختبار الأب غير الرجعي ذي محتوى بروتين يبلغ ٣٠٪ وانه يشبه الأب الرجعي في صفاته قدر الامكان. الموسم الاول: الحصول على بذور الجيل الأول من تهجين الأب غير الرجعي (٣٠٪ بروتين) والأب الرجعي (٢٠٪ بروتين). الموسم الثاني: يتم التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الأول F_1 للحصول على نباتات الجيل الثاني F_2 .

الموسم الثالث: زراعة نباتات الجيل الثاني والآباء الرجعية وغير الرجعية بشكل منفصل. ويتم تقييم نباتات الجيل الثاني في محتواها من البروتين ويقارن مع الآباء. يحتفظ بنباتات الجيل الثاني التي أعطيت أعلى نسبة بروتين لاغراض اختبار النسل في الموسم الرابع كسلالات $F_2:3$.

الموسم الرابع: زراعة اختبار مكرر لسلالات $F_2:3$ التي حفظت من الموسم الثالث. ويتم التعرف على سلالات $F_2:3$ التي لها أعلى محتوى بروتيني لغرض استعمالها كآباء في التهجين الرجعي الأول خلال الموسم الخامس.

الموسم الخامس: يتم تهجين السلالات المشتقة من الجيل الثاني التي لها أعلى نسبة بروتين مع الأب الرجعي للحصول على بذور التهجين الرجعي الأول BC_1F_1 .

الموسم السادس: التلقيح الذاتي لنباتات التهجين الرجعي الأول BC_1F_1 للحصول على بذور BC_1F_2 .

الموسم السابع: زراعة نباتات الجيل BC_1F_2 والآباء وتحصد بصورة منفصلة يتم التعرف على نباتات BC_1F_2 ذات محتوى البروتين العالي لاغراض اختبار النسل في الموسم الثامن كسلالات $BC_1F_{2:3}$.

الموسم الثامن: زراعة اختبار مكرر لسلالات $BC_1F_{2:3}$ المحتفظ بها من الموسم السابع ويتم التعرف على سلالات $BC_1F_{2:3}$ التي لها أعلى محتوى بروتين للاستعمال كآباء في التهجين الرجعي الثاني خلال الموسم التاسع.

الموسم التاسع - الموسم الثاني عشر: يتم اجراء التهجين الرجعي الثاني ويقوم النسل بنفس الطريقة المتبعة في المواسم الخامس الى الثامن. جميع التهجينات الرجعية التالية تجري وتقوم بالطريقة نفسها.

وبعد اجراء العدد المرغوب فيه من التهجينات الرجعية يتم اختبار نسل ذي نسبة البروتين العالية والصفات المرغوب فيها للأب الرجعي من ناحية الحاصل وغيرها من الصفات. ويتم حصاد السلالات ذات الصفات المرغوب فيها إجمالاً وتستعمل كبديل محسن للأب الرجعي .

تتغير طريقة التهجين الرجعي للصفة الكمية حسب درجة التوريث للصفة وأهمية الوقت في انجاز العمل.

١- اذا أمكن التقويم الملائم للصفة على أساس النبات المفرد فان بالامكان غض النظر عن اختبار النسل المكرر. وان كان للنبات المفرد قيمة محدودة فان اختبار النسل المكرر يكون الطريقة الوحيدة للتعرف على الصفات المرغوب فيها.

٢- يمكن ان يساعد الانتخاب على أساس النبات المفرد ضمن نسل نباتات الجيل الثاني F_2 في التعرف على الانعزالات المتفوقة للصفة.

٣- اذا كان للوقت أهمية فأنه يمكن اجراء التهجين الرجعي على النباتات والسلالات خلال موسم تقويمها. ويمكن الاحتفاظ ببذور التهجين الرجعي من النباتات أو السلالات التي لها صفات مرغوب فيها.

عدد التهجينات الرجعية:

ان معدل استعادة الأب الرجعي مهم عندما يقرر مربّي النبات عدد أجيال التهجين الرجعي اللازمة لتحقيق هدف التربية. عندما يكون الآباء متماثلين من الناحية الوراثية فمن الناحية النظرية تكون استعادة الأب الرجعي أقل ما يمكن، بينما عندما تكون الآباء مختلفة جدا فاننا نحتاج الى عدد أكبر من التهجينات الرجعية لازالة المعلومات الوراثية غير المرغوب فيها. كما ان الارتباط يعقد من المشكلة حيث سيحصل انخفاض في سرعة استعادة الأب الرجعي عندما يكون الأليل من الأب الرجعي مرتبطاً بالأليل غير مرغوب فيه من الاب الواهب. وان ازالة مثل هذا الأليل يعتمد على تكرار الاتحادات الجديدة في المنطقة الكروموسومية المعنية. يتحدد تكرار الاتحادات الجديدة كما هو معروف من المعلومات الوراثية بالمسافة الخرائطية والبعد عن السنتروميرو وجود تراكيب كروموسومية شاذة مثل الانقلابات والانتقالات الكروموسومية.

على العموم وحسب برنامج التربية فان عدد التهجينات الرجعية يتراوح من ٣-١٠ تهجينات رجعية. وعند استعمال (١٠) تهجينات رجعية فان جميع صفات الأب الرجعي سيتم استعادتها. وكمعدل تستعمل (٥-٦) أجيال رجعية. عادة يكون الانتخاب في الأجيال الاولى مكثفا للأب الرجعي، ولكن بعد التهجين الرجعي الثالث كان الانتخاب غير مؤثر. لذلك فان بعض المربين يفضل اجراء ثلاث تهجينات رجعية في الغالب حيث يتم استرجاع جزء كبير من الأب الرجعي وتبقى نسبة كبيرة من التباين الوراثي لغرض تحسين الأقلة والحاصل. حيث يتم اتباع طريقة النسب أو البلكية بعد التهجين الرجعي الثالث.

عندما تكون لدينا صفتان للنقل فن المفضل نقل كل صفة في برنامج مستقل وبعد اتمام النقل لكل الصفات يتم عمل التهجين بين BC_3F_1 للصفة الأولى مع BC_3F_1 للصفة الثانية بهدف جمع الصفتين.

التربية للاهداف الاقتصادية:

كما قلنا فان طريقة التهجين الرجعي استعملت غالبا لنقل الصفات الوصفية. وفي الغالب لنقل المقاومة للأمراض فاستخدمت لنقل المقاومة للتفحم المغطى في الحنطة في كاليفورنيا. حيث استخدم الصنف بارت Baart كأب رجعي جيد في أغلب الصفات

ماعدًا صفة المقاومة لمرض التفحم المغطى وانتخاب تراكيب وراثية مرغوب فيها من أجيال التهجين الرجعي (Briggs, 1930). وكان مصدر المقاومة الصنف مارتن Martin. وكان للعدد من السلالات المشتقة من التهجين الرجعي نسبة إصابة منخفضة ٣-٤٪ وهذه النسبة لا تساعد الفطر على ادامة نفسه. في العراق ، الصنف المحلي صابريك حساس للإصابة بالتفحم وقد أعطت التهجينات بين هذا الصنف والصنف بافون Pavon نسبة منخفضة للإصابة (Adary, 1987 et.al).

استخدم التهجين الرجعي في الرز صنف كالروس Calros الذي نتج من التهجين بين Calros كأب رجعي قصير الحبة مع الصنف Lady wright (أب غير رجعي طويل الحبة) الذي انتج بعد عدة تهجينات رجعية الصنف كالروس ذي الحبة المتوسطة مع احتفاظه بالحاصل العالي للنصف كالورا. كما استعمل في التفاح لنقل المقاومة لمرض جرب التفاح *Malus floribanda apple scab* كما استعمل (Sprague 1955) الطريقة لتحسين السلالات النقية في هجن الذرة الصفراء كما استعملت في القطن ، والتبغ والطماطة والبطاطا. كما استعملت في محصول الجت لاستنباط الصنف Caliverd الذي يحمل المقاومة للذبول البكتيري ، البياض الدقيقي ويقع الورقة عن طريق نقل اليلات المقاومة بالتهجين الرجعي Stanford 1952.

Introgression

ظاهرة الارتداد :

الارتداد ظاهرة أو نظام التهجين بين الأنواع ويتبعه تهجين رجعي الى احد الآباء . وفي هذه الطريقة تنقل صفات معينة من أحد الأنواع دون التأثير على تكامل النوع الآخر. وقد تحصل هذه بصورة طبيعية. ينجز التهجين الرجعي هدفين في هذه الحالة : فهو يميل الى تحسين الخصوبة والقدرة على تكاثر النسل والسماح باستعادة الأب الرجعي مع احتفاظه بكمية قليلة من المعلومات الوراثية من الأب الوهاب . ظاهرة الارتداد مهمة جدا في تطور النبات بسبب تبادل المعلومات من احد الأنواع الى آخر. قد يحصل عقم في الجيل الأول نتيجة عدم التوازن السايولوجي لضعف الاقتران الكروموسومي اثناء الانقسام الميوزي . وقد درس تحسين الاستقرار الميوزية عن طريق التهجين الرجعي لأنواع من الشوفان Fainstein و Ladizinsky 1977.

وقد أشار (Dvorak 1977) الى امكانية نقل جين المقاومة لمرض صدأ الورقة من خلال برنامج الارتداد من نوع الحشيشة البرية *Aegilops speltoides* (2n – 14) الى

الحنطة الاعتيادية ($2n = 42$). كان الجيل الأول رباعي المجموعة الكروموسومية وعقيم ذكريا. وبعد خمسة تهجينات رجعية كانت نسبة كبيرة من النسل خصبة ذاتيا وسداسي المجموعة الكروموسومية مع اقتران كروموسومي اعتيادي مع امتلاكها لجين المقاومة من النوع البري. تم نقل جينات المقاومة الى كروموسومات الحنطة وكانت فعالة في اظهار المقاومة للمرض.

أشار (Hawkes 1977) الى أهمية الارتداد في استعمال الأصول البرية في تربية النبات خصوصا في البطاطا، الخيار، الطماطة وغيرها. وذكر أن مشاكل العقم في برامج التربية هذه يتم التغلب عليها باتباع طريقة التهجين الرجعي لزيادة استعمالها بهدف زيادة التباين الوراثي.

Isogenic Lines

السلالات المتشابهة :

السلالات المتشابهة عبارة عن مجاميع من المواد ضمن الصنف التي تختلف بجين واحد أو عدد قليل جدا من الأليلات. ففي الرز على سبيل المثال فان سلالتين متشابهتين لهما نفس التكوين الوراثي ماعدا الاليلات التي تحكم صفات معينة مثل الارتفاع أو المقاومة للأمراض عادة يتم استحداث هذه السلالات عن طريق التهجين الرجعي بحيث يمكن الانتخاب لشكلين من الأليلات في اساس وراثي واحد للأب الرجعي. فاذا كان الارتفاع يسيطر عليه جين واحد وكان الطول سائدا على القصر فان هذه الأليلات يمكن نقلها عن طريق التهجين الرجعي الى أي صنف. تعتمد أصالة الأساس الوراثي للسلالات المتشابهة على عدد التهجينات الرجعية حيث قد يحتاج من ١٠ - ١٢ تهجين رجعي في السلالات المتشابهة الحقيقية أو ٣ - ٤ تهجينات رجعية في السلالات المتشابهة تقريبا.

تكن أهمية السلالات المتشابهة في القدرة على تحديد أثر أليلات معينة على أداء أو فسلجة النبات. فمن الممكن قياس أثر وجود السفا من عدمها على المحصول الجبوي تحت ظروف بيئية معينة مقارنة بين اثنين من السلالات المتشابهة أحدها بسفا والاخرى بدون سفا. الشيء نفسه في صفات مثل المقاومة للمرض، وجود الزغب أو الاستجابة للمواد الكيميائية أو في صفات النبات مثل حجم الورقة وشكلها ولونها.

تمت الاستفادة من فكرة استخدام السلالات المتشابهة في استنباط الأصناف المتعددة الخطوط . وكان اول من نادى بها (Jensen 1952) في الشوفان . وقد دلت الدراسات على استخدام الاصناف المحلية أو المجتمعات الطبيعية التي تتميز بعدم التجانس الوراثي في قدرتها على الأداء الجيد في مدى واسع من البيئات . وقد أصبحت برامج التربية الحديثة وطرق الزراعة والمعقدة التي تحتاج الى أصناف على درجة عالية من التجانس الوراثي . هذا التجانس الوراثي داخل الصنف أدى الى أن تكون هذه الاصناف عرضة للأخطار الطبيعية أو انتشار الامراض بشكل وبائي . فكل صنف قد يتعرض لهجوم كاسح من قبل سلالة مرضية بعد حصول تغيرات داخل الكائن المرضي . وفي الحنطة أشار (Borlaug 1959) الى استنباط أصناف متعددة الخطوط لتأمين الحماية ضد مرض صدأ الساق الأسود . وقد اقترح من برنامجه في المركز العالمي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك تهجين الاصناف العالية الإنتاج (أب رجعي) مع اصناف غير رجعية وتمتلك جينات مختلفة لمقاومة المرض . كل سلالة مشتقة لها نفس الصفات الشكلية والاداء ويمكنها تحمل جينات مختلفة للمقاومة . يمكن الحصول على الأصناف المتعددة الخطوط من خليط عدة خطوط متشابهة . ففي الشوفان الصنف E74 المتعدد الخطوط يحتوي على تسعة خطوط متشابهة (Frey et al. 1977) . وقد ساهمت تسعة آباء غير رجعية . بجينات فريدة لمقاومة الصدأ مع خمس تهجينات رجعية الى الأب الرجعي في الحصول على هذا الصنف . وعبر سبعة سنوات لم تلاحظ زيادة الحساسية لمرض الصدأ التاجي في الصنف E74 وحيث ان المرض يتطور سنويا ولكن دون خسائر خطيرة . تعود اسباب الحماية هذه الى عدد من الأسباب وهي :

- ١ . عدم وجود انتخاب طبيعي شديد لضروب المسبب المرضي الشديدة الاصابة حيث يسمح لكل ضرب بالتكاثر على مستوى منخفض جدا .
- ٢ . انتشار المرض ضمن الحقل يكون بطيئا وذلك لسقوط العديد من السبورات على نباتات مقاومة . هذه الناحية مهمة في الشوفان حيث يتحدد الحاصل النهائي بمرحلة نمو البذور بصورة متأخرة في موسم النمو .

على العموم لايزال استخدام الأصناف المتعددة الخطوط محدودا رغم ان المركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك قد قام بانتاج عدة أصناف من هذه

الاشكال . لاغراض مقاومة صدأ الساق والأوراق . وعلى اية حال فان هذه الأصناف توفر الفرصة لمقاومة الآفات كما أنها قد تساعد في تطوير اصناف لها القابلية على تحمل التغيرات البيئية 1981 Welsh .

ملخص :

تعد طريقة التهجين الرجعي من الطرق المفيدة جدا في نقل الصفات ذات قيمة التوريث العالية وذات ظهور جيد بوجود المرض . وهي طريقة محافظة ولكنها أداة جيدة في تحسين النبات باتجاه الأب الرجعي . وهي طريقة سريعة وكفوءة وبالإمكان نقل الجينات من الانواع البرية الى المزروعة عن طريق الارتداد . هناك امكانية تراكم العديد من الصفات الجيدة في صنف واحد . كما يمكن اجرائها تحت ظروف بيئية تسمح بظهور الصفة أي بالإمكان استخدام البيت الزجاجي او غرف النمو والزراعة خارج الموسم للتعجيل في دورة التربية . كما ان الطريقة لا تحتاج لاجراء تجارب مقارنة الحاصل حيث يمكن اطلاق الصنف مباشرة الى الفلاحين دون اجراء تقويم للحاصل أو الاقلمة أو النوعية . وذلك لعدم فقدان التحسين الأولي في حاصل الحبوب بسبب ان التحسين يكون بشكل تدريجي . كما ان الطريقة تحتاج الى عدد قليل من النباتات وبالإمكان تخمين وتكرار نتائجها . للطريقة صفة واحدة غير جيدة وهي عدم قدرة الطريقة على الجمع بين توافقات جينية من اثنين أو أكثر من الاصناف .

توفر الاصناف المتعددة الخطوط الفرصة للحصول على اصناف ذات أقلمة واداء تحت الظروف البيئية المختلفة . وتفيد السلالات المتشابهة في فهم دور الصفات المورفولوجية والفسيولوجية في حاصل النبات .

حاليا يتم دراسة بعض الهجن الرجعية الى الصنف صابريك تحت الظروف الدائمة لمنطقة الجزيرة في شمال العراق من حيث المحافظة على صفات المقاومة للجفاف للصنف صابريك ونقل صفة المقاومة لأمراض الصدأ والتفحم اليه .

References

مصادر الفصل الرابع عشر

- Adary, A.H. 1987. Diallel analysis for covered smut (*Tilletia caries*) and (*Tilletia foetida*) in saberbeg (*Triticum aestivum* L.). Zanco vol 5 No.1: 51 – 59.
- Allard, R.W. 1960. Principles of plant Breeding. John Wiley and sons. New York. U.S.A. pp 150 – 165.
- Borlaug, N.E. 1959. The use of multilineal or composite varieties for control airborne epidemic disease of self pollinated crop plants. In first Int. Wheat Gen. Symposium Proc. Winnipeg, Manitoba, Canada pp 12 – 26.
- Briggs, F.N. 1930. Breeding Wheats resistant to bunt by the backcross method. J.Am Soc. Agron. 22: 239 – 244.
- Briggs, F.N. 1938. The use of the backcross in crop improvement. Amer. Nat. 72: 285 – 292.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinhold publishing corporation. U.S.A. pp 162 – 173.
- Dvorak, J. 1977. Transfer of leaf rust resistance from *Aegilop speltoides* to *Triticum aestivum*. Can.J. Gem. Cytol. 19: 133 – 141.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar development. Vol.1. Theory and Technique. MacMillan Publishing Co. New York, U.S.A. pp 360 – 375.
- Frey, K.J., J.A. Browning and M.D. Simons. 1977. Management systems for host resistance genes to control disease loss. pp 255 – 274. In p. Day (ed.) The genetic basis of epidemic in Agriculture. Ann.N.Y. Acad. Sci. 287.
- Jensen, N.F. 1952. Intravarietal diversification in oat breeding. Agron. J. 44: 30 – 34.
- Harlan, H.V. and M.N. Pope. 1922. The use and value of backcross in small grain breeding. Jour. Hered. 13: 319 – 322.
- Hawkes, J.G. 1977. The importance of wild germplasm in plant breeding. Euphytica 26: 615 – 621.
- Ladizinsky, G. and R. Fainstein. 1977. Introgression between the cultivated hexaploid oat *A. sativa* and tetraploid wild *A. magna* and *A. murphyi*. Can. J. Genet. Cytol. 19: 59 – 66.
- Sedcole, J.R. 1977. Number of plants necessary to recover a trait. Crop Sci. 17: 667 – 668.
- Sprague, G.F. 1955. Corn breeding. pp 221 – 292. in G.F. Sprague (ed.). Corn and Corn improvement. Academic Press, New York. U.S.A.
- Stanford, E.H. 1952. Transfer of resistance to standard varieties. Proc. Sixth Intern. Grasslands Congr. pp 1585 – 1589.

الفصل الخامس عشر

الانتخاب في المحاصيل خلطية التلقيح

Selection Cross Pollinated Crops

أ. الانتخاب الاجمالي

مقدمة

التأثير الانتخابي لموقع جيني واحد

الانتخاب الاجمالي المظهري

الانتخاب الاجمالي الطبقي

طريقة اختبار النسل

طريقة العرنوص الى سطر

ملخص الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الخلطية التلقيح

ب. الانتخاب التكراري

مقدمة

تميز التراكيب الوراثية وتكوين المجتمع الأساس

الانتخاب التكراري المظهري

الانتخاب التكراري للقدرة العامة على الخلط

الانتخاب التكراري للقدرة الخاصة على التوافق

الانتخاب التكراري المتقابل

المصادر

الفصل الخامس عشر

الانتخاب في المحاصيل خلطية التلقيح

Mass Selection

أ. الانتخاب الأجمالي

المقدمة :

بصورة عامة تستجيب كل من المحاصيل الذاتية الاخصاب والخلطية الاخصاب بصورة مشابهة للانتخاب الأجمالي حيث ان معدل المجتمع لصفة ما يتحرك باتجاه الضغط الانتخابي ويحتفظان بكمية كبيرة من التباين الوراثي . ويظهر تأثير نظام التربية عندما يمارس الانتخاب الفردي للنباتات . ففي النباتات الذاتية الاخصاب تنتج نسلا متجانسا بينما لا يظهر مثل هذا التجانس في المحاصيل الخلطية التلقيح . ان نجاح الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الخلطية الاخصاب يعتمد في المحافظة على عدد أكبر من الأفراد من جيل الى آخر حيث ان صغر حجم المجتمع يؤدي الى ما يدعى بالانخفاض نتيجة التربية الداخلية Inbreeding depression لذلك يجب الابقاء على درجة عالية من الخلط الوراثي .

التأثير الانتخابي لموقع جيني واحد :

يعتمد مدى تأثير الانتخاب في الاحتفاظ بالأليل او ازالته من المجتمع ولموقع جيني واحد على درجة سيادة هذا الأليل . فان كان بالامكان تمييز التركيب الوراثي النقي (aa) من كل من التراكيب السائدة (AA) و (Aa) فمن الواضح ان الانتخاب للتركيب الوراثي (aa) ضد كل من (AA) و (Aa) سيزيل الجين A من المجتمع خلال جيل واحد ان كانت الازالة قبل الازهار . فعلى سبيل المثال ، مشكلة التفرعات الجانبية في عباد الشمس . ان وجود هذا الجين يؤدي الى الحصول على نباتات ذات عدة تفرعات في قمة الساق وكل منها

يحمل قرصاً صغيراً . تعتمد هذه الصفة على الجين السائد (Br) . وعند إزالة التراكيب (Br Br) و (Br br) قبل تفتح الأزهار فإن بالإمكان إزالة الجين (Br) خلال جيل واحد وبشكل تام .

أما في حالة الرغبة في إزالة الجين المتنحي (a) من مجتمع فإنه لا يمكن التمييز بين التراكيب (AA) و (Aa) . يعتمد تأثير الانتخاب المستمر للتراكيب AA و Aa وإزالة aa بدرجة كبيرة على تكرار (a) أو قيمة $(1 - q)$ في توازن هاردي - واينبرغ . $q^2(AA) + 2q(1 - q)(Aa) + (1 - q)^2(aa)$ فإذا فرضنا أن $(1 - q) = 0.8$ فإن تكرار $(aa) = 0.16$ وسيكون تكرار $(Aa) = 0.32$ أو أن نسبة (a) في التراكيب (Aa) و (aa) هي (0.16) و (0.64) على التوالي . أي يؤلف نسبة 0.8 من المجموع الكلي . وأن نسبة الأليل المزال من التركيب aa سيكون $0.8 / 0.64 = 80\%$.

أما إذا كانت $(1 - q) = 0.2$ فإن تكرار التركيب الوراثي (aa) سيكون مساوياً إلى (0.04) وأن نسبة الجين (a) المزال من aa ستكون $(0.2 / 0.04) = 20\%$. هذه النتائج توضح أن الانتخاب ضد الأليل (a) بإزالة التركيب (aa) مؤثر جداً عندما يكون التكرار الجيني عالياً وغير مؤثر إن كان التكرار الجيني لها واطناً . لذلك لا يمكن إزالة الأليل المتنحي بالانتخاب بسبب اختفاء الأليل المتنحي تحت مظلة الأليل السائد في الحالة الخلطية عند التكرار الواسع . وبافتراض تكرار الأليل المتنحي في (F^2) هو (0.5) ويتم إزالة جميع النباتات ذات التركيب (aa) في الجيل الثاني والأجيال التالية فإن تكرار (a) سيكون كما يلي :

$$F_3 = 0.333$$

$$F_4 = 0.250$$

$$F_5 = 0.200$$

$$F_{10} = 0.100$$

$$F_{50} = 0.020$$

$$F_{100} = 0.010$$

وكمثال أيضاً في محصول عباد الشمس نحصل في بعض الأجيال على نباتات ذات أقراص عبارة عن نسيج نباتي . تعود هذه الصفة إلى جين متنح . ورغم أنها لا تنتج بذوراً أو

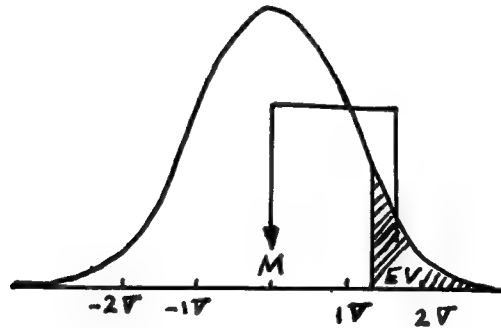
كاميتات فان الجين المسؤول عنها يبقى بمستويات واطئة و ينتقل الى الأجيال التالية عن طريق النباتات الخلطية (Aa).

وفي مجتمع معين يعبر عن مدى ازالة تركيب وراثي بمعامل الانتخاب Selection coefficient(s) والذي يدمج مع معادلة هاردي- واينبرغ

$$q^2 (AA) + 2q (1 - q) (Aa) + (1 - q)^2 (1 - S) aa \quad \dots (2)$$

في هذه المعادلة يكون معامل التكاثر للتركيب AA و $Aa = 1$ وان الانتخاب موجه ضد التركيب aa حيث يزال من المجتمع بمعدل $S(1 - q)^2$ في كل جيل . وعندما لانحصل على التركيب الوراثي (aa) أي يزال من المجتمع تماما يصبح معامل الانتخاب $(S) = 1$ أو ان قيمة $(1 - S)(1 - q)^2$ مساوية للصفر لذلك في مثال عباد الشمس يكون معامل الانتخاب مساويا لواحد .

في الشكل (١٥-١) يوضح منحني الانتخاب في الصفات الكمية وفيه موضح المصطلحات المستخدمة اثناء عملية الانتخاب . شدة الانتخاب Selection (S) intensity يوضح نسبة النباتات المنتخبة التي يزيد معدل صفاتها بانحرافات قياسية تعتمد على شدة الانتخاب المستعملة . فتكون بمقدار ١٠٪ ان كان المعدل للنباتات المنتخبة ينحرف بمقدار انحراف قياسي واحد (σ) وتكون شدة الانتخاب ١٦٪ عندما يكون المعدل أكثر بمقدار انحرافين (2σ) .



انحرافات قياسية

شكل ١٥-١. الانتخاب في الصفات الكمية حيث تتوزع بشكل طبيعي M = معدل المجتمع ، E = معدل المتجات ، $V = \sigma^2$ شدة الانتخاب Selection intensit = ١٠٪ ، i = الفارق الانتخابي Selection differential = الفرق بين E و M بوحدات الانحراف القياسي .

(المصدر Briggs and Knowles (1967), pp 198).

الفارق الانتخابي Selection differential يعبر عن الفرق بين متوسط المجتمع ومعدل النباتات المنتخبة كآباء للجيل التالي.

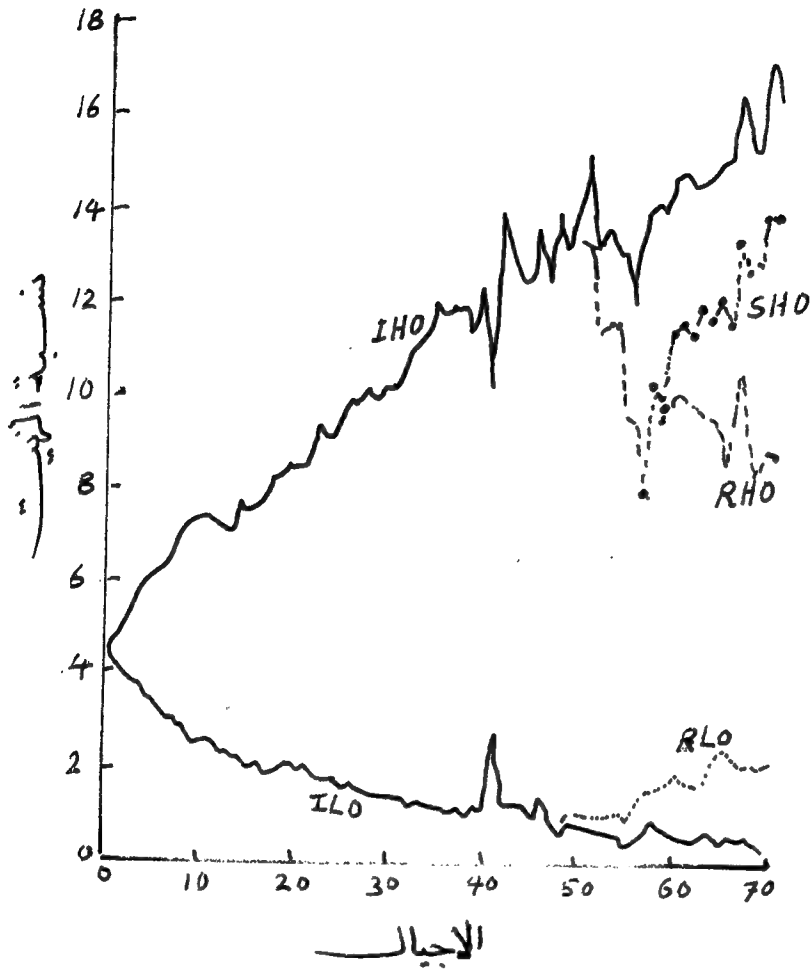
يأخذ الانتخاب الاجمالي أشكال عدة كلها تشتمل على حصاد مجموعة من البذور من عدة نباتات بالاعتماد على المظهر الخارجي ، ولكنه قد يعتمد على التركيب الوراثي مثل طريقة اختبار النسل Progeny test .

١ . الانتخاب الاجمالي المظهري : Phenotypic mass selection

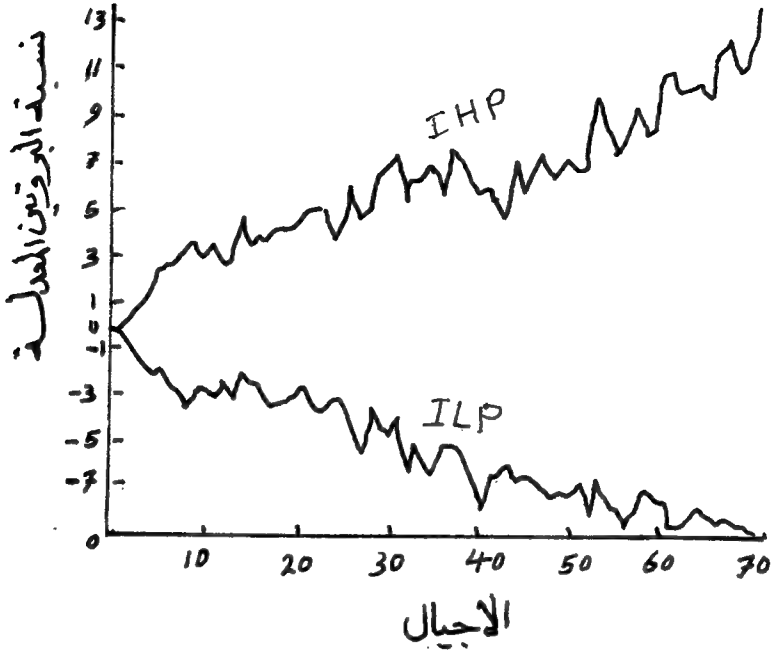
في هذا النوع من الانتخاب يتم انتخاب النباتات على اساس المظهر الخارجي . وقد يعتمد الانتخاب على صفة نوعية مثل لون الازهار او التفاعل ضد أمراض معينة أو لصفة كمية مثل ارتفاع النبات والتبكير ونسبة الزيت والبروتين وحاصل البذور.

ان مرحلة تطور النبات علاقة بمدى التقدم الحاصل من الانتخاب . فاذا تم الانتخاب قبل حصول الازهار فان بالامكان ازالة النباتات المرفوضة من المجتمع والسماح للنباتات المنتخبة فقط في تزاوج وتعطي البذور للجيل التالي . أما اذا اجرى الانتخاب بعد الازهار فان النباتات قد تهجنت مع جميع النباتات في المجتمع وستقل العديد من الجينات غير المرغوب فيها . هذه الجينات تعيق التقدم من الانتخاب ويعاني الانتخاب الاجمالي للنباتات الحولية من هذا النقص اما في النباتات ذات الحولين والمعمرة فان التقييمات تجري في سنة واحدة ويمكن استعمال النباتات المنتخبة في السنة التالية لانتاج البذور.

أورد Dudley وجماعته (1974) تجارب انتخاب استمرت ٧٠ عاما في الذرة الصفراء لانتخاب نسبة الزيت والبروتين في الحبوب . كانت البداية من صنف مفتوح التلقيح أجري انتخاب اجمالي مع بعض التحوير لغرض التغلب على الانخفاض نتيجة التربية الداخلية . كان الانتخاب لسلاسل الزيت العالي (IHO) وزيت واطي (ILO) وبروتين عالي (IHP) وبروتين منخفض (ILP) ، وقد استمرت الزيادة في الانتخاب لهذه المكونات بعد ٧٠ عام جيل . فضلاً عن ان عكس الانتخاب في كل سلالة أدى الى انعكاس المحتوى ايضا . تؤكد هذه التجربة على وجود التباين الوراثي لهذه الصفات حتى بعد ٧٠ سنة من الانتخاب . وعلى العموم توجد علاقة عكسية بين زيادة الزيت والبروتين ونقص حاصل الحبوب . ولا تزال التجربة مستمرة كدراسة طويلة الأمد (شكل ١٥ - ٢ و ١٥ - ٣) .



شكل ١٥-٢. التقدم في الانتخاب عبر سبعين جيلاً لحتوى الذرة الصفراء من الزيت IHO سلالة البتوي عالية الزيت ، ILO سلالة البتوي واطنة الزيت RHO سلالة انتخاب عكسي لزيادة الزيت ، RLO سلالة انتخاب عكسي لخفض الزيت SHO الرجوع للمستوى العالمي للزيت . (عن 198, Welsh ص 170).



شكل ١٥ - ٣. التقدم في الانتخاب لنسبة البروتين عبر ٧٠ جيلاً في الذرة الصفراء. IHP البشري عالي البروتين، ILP البشري واطي البروتين. (محمود عن 1981, Welsh pp 171).

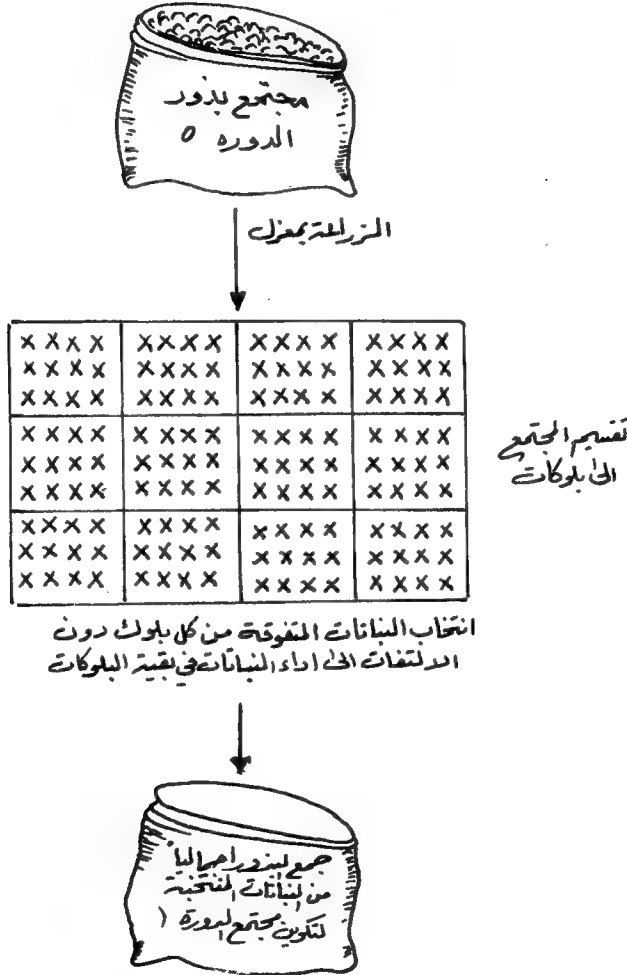
يمكن ان يكون الانتخاب الاجمالي مؤثراً في التحسين الوراثي للمحاصيل. فقد أشار Gardener (1978) الى تحسين الحاصل في الذرة الصفراء بمحالي (١٦) جيل من الانتخاب حتى استفاد القدرة الوراثية على التحسين. كما أشار Hansen وجماعته (1972) في الجت الى الحصول على زيادة في مقاومة الجت لأمراض تبقع الورقة، المقاومة للصدأ وتبقع الورقة المسبب عن الإصابة بالمن بعد عدة دورات من الانتخاب الاجمالي. كما ثبت ان الانتخاب الاجمالي له قيمة كبيرة في تحسين نسبة السكر في البنجر السكري التي كانت ١١٪ في الاصناف المبكرة وزادت الى ١٨٪ في الاصناف الحديثة.

Stratified mass Selection

الانتخاب الاجمالي الطبقي :

يعاني الانتخاب الاجمالي الاعتيادي من التحيز البيئي في انتخاب النباتات من الحقل. وقد اقترح Gardner هذه الطريقة للتغلب على هذا النقص واتباع الخطوات الآتية :

١. تنمية مجتمع الذرة الصفراء مفتوح التلقيح وتقسيم الحقل الى مجتمعات ثانوية كل منها يحتوي على (٤٠) نباتاً (شكل ١٥ - ٤).
٢. يتم انتخاب أفضل أربعة نباتات من كل مجتمع ثانوي في الحقل. ويعنى ذلك انه قد اخذ عينات من جميع البيئات في الحقل وبصورة متساوية.
٣. أمكن من خلال برنامج دوري للانتخاب كل أربع سنوات من زيادة حاصل الصنف بحوالي ٢٢٪.



شكل ١٥ - ٤ : طريقة كاردنر لتقليل التباين البيئي في الحقل. حيث يقسم الحقل الى قطاعات ثانوية تضم عدداً معين من النباتات ثم يتم انتخاب النباتات المتفوقة من كل قطاع وبعدها تخلط البذور من النباتات المتفوقة من جميع القطاعات لتكون المجتمع للدورة الأولى من الانتخاب (عن Gardner, 1961).

طريقة اختبار النسل : Progeny testing

كان لويس دى فلموران Louis de Vilmorin الفرنسي أول من استخدم اختبار النسل في المحاصيل الخلطية للتلقيح لتحسين نسبة السكر في البنجر السكري خلال النصف الأخير من القرن التاسع عشر. ويتم انتخاب جذور البنجر السكري على أساس الحجم والشكل ونسبة السكر وتلخص الطريقة بما يلي :

السنة الاولى : انتخاب ١٠٠ - ٢٠٠ من نباتات الأم.

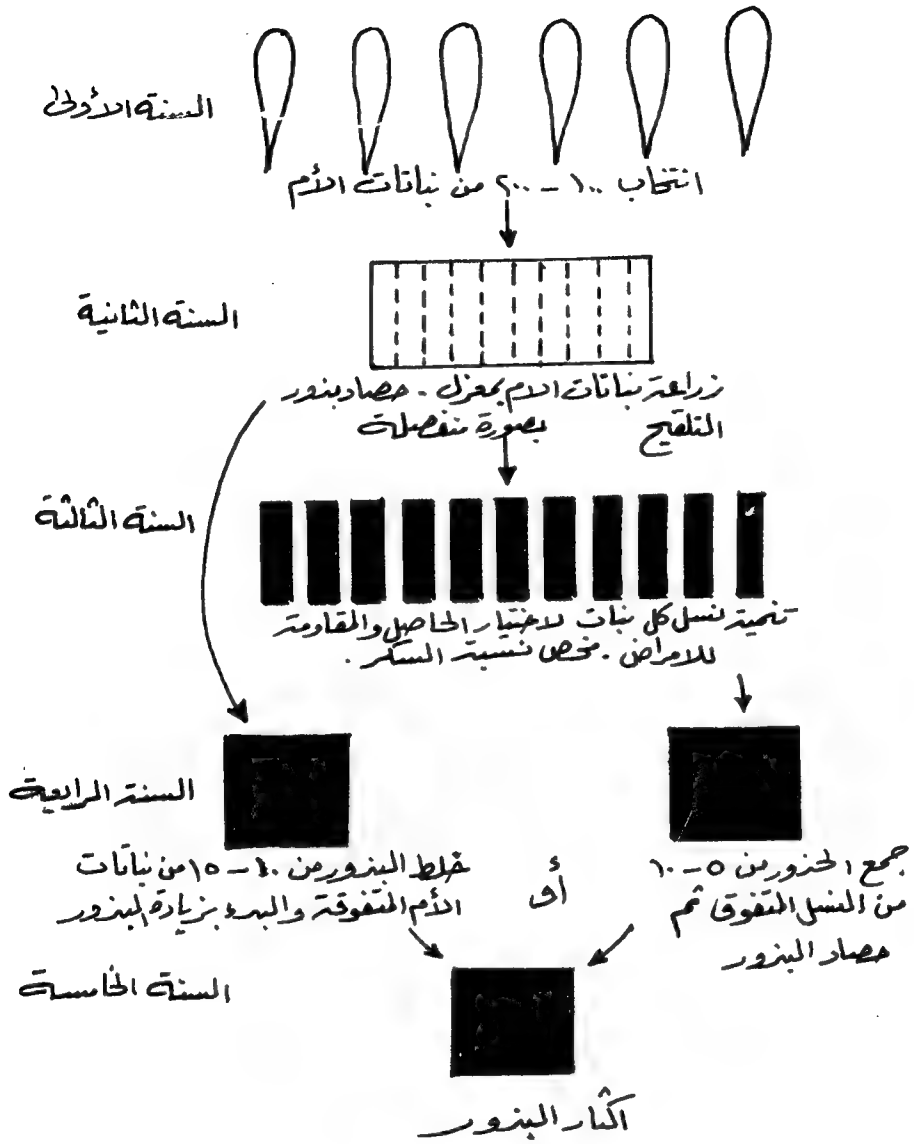
السنة الثانية : تنمية نباتات الأم في منطقة معزولة لانتاج البذور. تحصد البذور بصورة منفصلة من كل نبات.

السنة الثالثة : زراعة نسل كل نبتة على حدة لغرض اختبار الحاصل والأمراض. ويفحص محتوى الجذور من حيث محتوى السكر والتنوعية.

السنة الرابعة : يتم خلط البذور المتبقية من السنة الثانية ل ٥ - ١٠ من نباتات الام التي ثبت تفوقها في السنة الثالثة والبدء باكثار البذور. أو جمع جذور ٥ - ١٠ من النسل المتفوق ثم حصاد البذور.

السنة الخامسة : اكثار البذور في ألواح الاكثار.

الشكل ١٥ - ٥ يوضح خطوات الطريقة. يلاحظ ان الطريقة قد اكملت خلال جيلين (أربع سنوات) ولكن المواد المنتجة تخضع لاختبارات أوسع قبل الانتخاب الأخير ثم تخلط لغرض الانتاج التجاري. يمكن استعمال الطريقة لغرض انتاج الأصناف او المحافظة عليها. باستعمال الطريقة. تمكن فلموران من رفع نسبة السكر من ٥ - ٦٪ الى ١٦ - ١٨٪ في الاصناف الحالية. يحتفظ بنسل نباتات البنجر الام لعدة أجيال. ويضم النسل فقط جهة الأم لان الأب غير معروف.



شكل ١٥ - ٥. التربية بانتخاب النسل في البنجر السكري. تزرع الأنسال وتقيم من البذور المحصودة من نباتات الأم المتخبة. وعلى أساس اختبار النسل تستعمل البذور المتبقية من النباتات الأم المتخبة لأكثر البذور. الطريقة الأخرى هو جمع الجنود من النسل المتفوقة لزراعة الواح أكثر البذور (عن Poehlman, 1983 ص 138)

Ear to row method

طريقة العرنوص - الى سطر

ادخلت هذه الطريقة في تربية الذرة الصفراء عام ١٨٩٧ من قبل C.G.Hopkins وتتضمن الطريقة الخطوات الآتية :

السنة الاولى : انتخاب عرائيص متفوقة من حقل مزروع مفتوح التلقيح .

السنة الثانية : يزرع جزء من بذور كل عرنوص في سطر النسل بصورة منفصلة ويحتفظ ببقية البذور . يتم التعرف على سطور النسل المتفوقة . تخلط البذور المتبقية من السنة الماضية للأنسال المتفوقة معا . أي أن الدورة تكمل خلال سنتين . ويمكن اعادة الدورات لها كلما كان هناك تقدم ملموس جراء الانتاج .

السنة الثالثة : تزرع بذور عرائيص السنة الاولى والمتفوقة لغرض اكاثر البذور بغية توزيعها للزراعة .

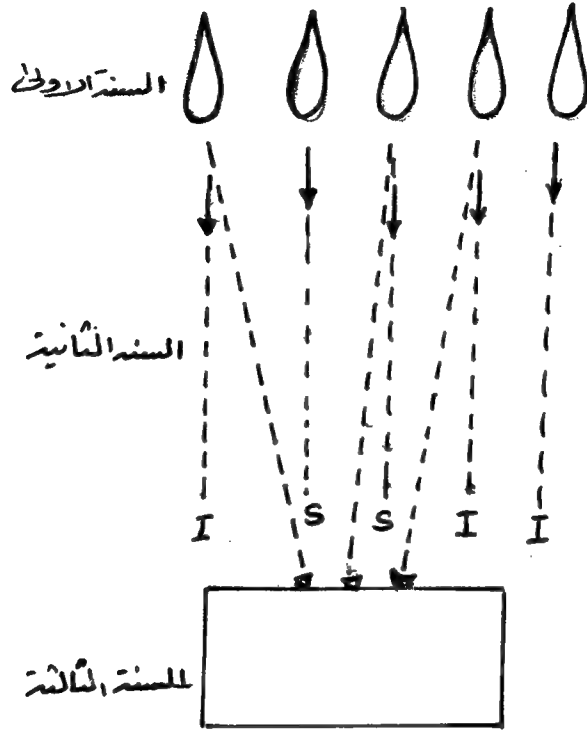
أ) اتباع دورة جديدة للانتخاب .

الشكل ١٥ - ٦ يوضح خطوات الطريقة . وقد تمكن Hopkins وبنجاح من تحسين محتوى الذرة الصفراء من الزيت والبروتين عبر عدد قليل من السنين . على العموم كانت النتائج بالنسبة لحاصل الحبوب مخيبة للآمال . احدى نواقص الطريقة تكمن في طبيعة اختبار النسل نفسه ، حيث من المعتاد اجراء التقويم للتركيب الوراثي لسطر واحد وفي منطقة واحدة . مما لايعطي تقويما جيدا للتركيب الوراثي للآباء . وقد وصف Lonquist تعديلا لطريقة العرنوص - سطر اطلق عليها طريقة تربية العرنوص - سطر الى سطر ear - row - to - row breeding . تعتمد هذه الطريقة على تقويم السلالات في عدة مواقع وتقتصر كل دورة انتخاب الى سنة واحدة . وهي كما يلي :

السنة الاولى : انتخاب ٢٠٠ نبات متفوق ذي عرائيص كبيرة .

السنة الثانية : اختبار لمكرر واحد في عدد من المواقع (أربعة في هذه الحالة) . في الموقع الرابع توضع سطور النسل في بلوك التضريب ويجرى لها عملية ازالة النورة الذكرية . يكون الأب الذكري عبارة عن خليط من حبوب لقاح من جميع سطور النسل . نجد معدل الحاصل للنسل في جميع المواقع . تعلم أعلى ٢٠٪ من النباتات في الموقع الرابع وتحصد أفضل خمسة نباتات .

السنة الثالثة : تستعمل بذور من خمسة نباتات متفوقة من الموقع الرابع لزراعة مكرر واحد في أربعة مواقع بنفس طريقة السنة الثانية .



١ - انتخاب نباتات متفوقة ولها عرائص متفوقة.

٢ . زراعة بعض من بذور كل عرنوص في سطر ويحفظ الباقي.

S = سطر متفوق

I = سطر ردي

٣ . اكثار البذور المتبقية والذي أعطى نسلها نباتات متفوقة في السنة الثانية

شكل ١٥ - ٦ . طريقة عرنوص الى سطر في تربية الذرة الصفراء.

(عن Briggs and Knowles, 1967 ص 201).

ملخص الانتخاب الاجالي في المحاصيل الخلطية التلقيح :

طريقة الانتخاب الاجالي طريقة اعتمدت عليها الطبيعة في تطور النباتات والحيوانات استعملت الطريقة من قبل الانسان لاستنباط اغلب المحاصيل المزروعة . وبناء على المعلومات المتوفرة يمكن ان تقوم الطريقة بأنها طريقة تربية مؤثرة جدا رغم أنها بطيئة . تعد الطريقة مؤثرة تحت الظروف الآتية :

- ١ . هناك مخزون كبير من التباين الوراثي .
- ٢ . تستخدم للصفات التي تتميز بقيمتها التوريثية العالية . وبعد الحصول على تحسين معين في صفة معينة فان التحسين بعد ذلك يكون قليلا خصوصا عندما يكون تحسين الحاصل هو الهدف . وقد يؤدي الانتخاب الاجالي الى تدهور المجتمع ان كان المجتمع صغيرا . بحيث تحصل ظاهرة الجنوح الوراثي العشوائي genetic drift او تحصل تربية داخلية .
- ٣ . اذا أُرخينا الضغط الانتخابي فان ذلك يسمح بعودة المجتمع الاساس الى مستواه السابق . وقد يحصل انحراف وراثي genetic shift ولكنه باتجاه الأشكال غير المرغوب فيها اذا كان انتاج البذور في منطقة غير منطقة الأقلية الأصلية للصنف .

Recurrent Selection

ب - الانتخاب التكراري

مقدمة :

تستعمل طريقة الانتخاب التكراري في المحاصيل الخلطية التلقيح نتيجة للرغبة في تركيز الجينات لصفة كمية معينة في المجتمع عن طريق زيادة تكرار الجينات المتفوقة في المجموع الجيني أو عن طريق زيادة فرصة حصول الاتحادات الجديدة وكلاهما يمكن الحصول عليه من الانتخاب التكراري . استنبطت الطريقة لتلافي نواقص طريقة الانتخاب الاجالي التي لم تكن دائما تؤدي الى تحسين الحاصل وهذه الطريقة ليست محددة في الوقت الحاضر بالمحاصيل الخلطية التلقيح فقط . كذلك في طريقة انتاج الهجن الاعتيادية هناك عدد من المظاهر التي تحد من فرصة الحصول على التراكيب الوراثية المتفوقة تكمن في العوامل الآتية :

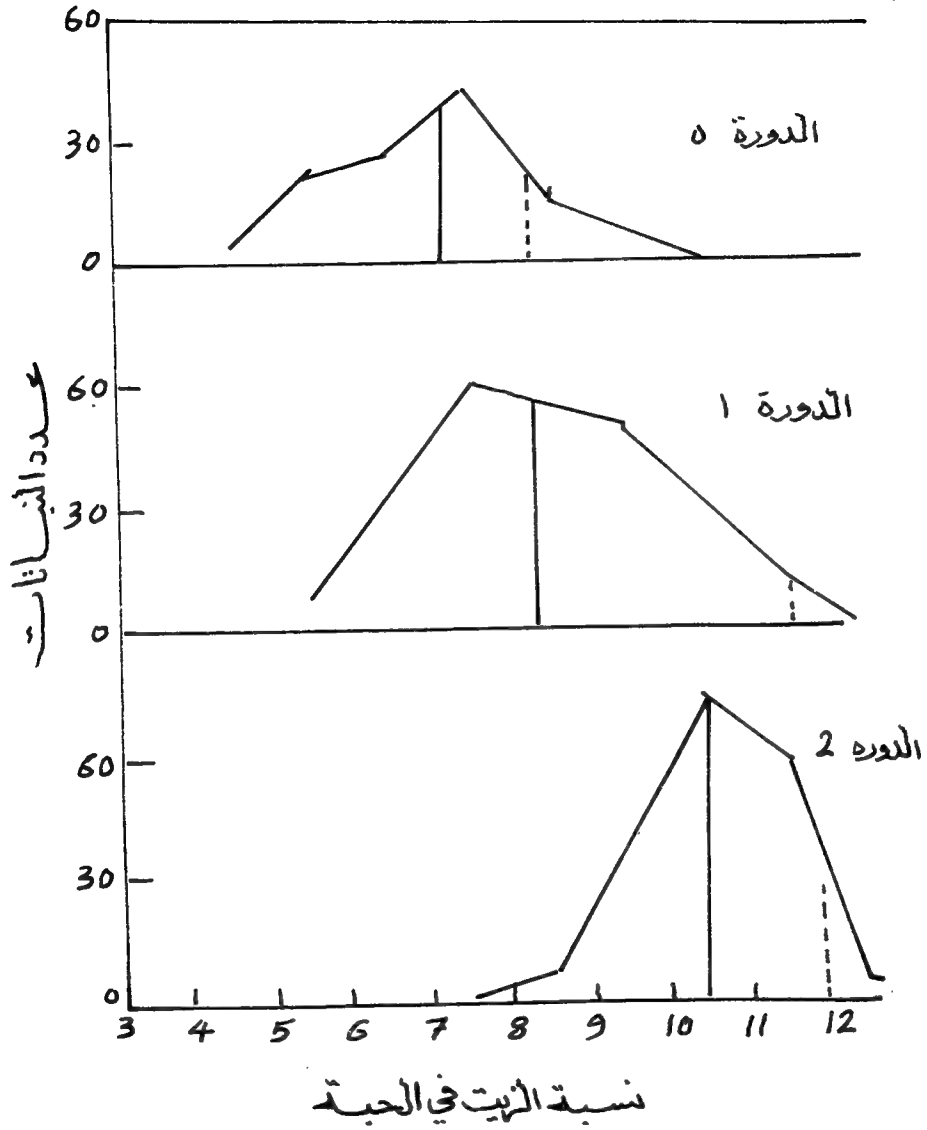
١. المستوى العالي من التربية الداخلية وان كل جيل من التلقيح الذاتي يختزل الخط بنسبة النصف.
٢. صغر حجم المجموع والمحدد بالوقت.
٣. وجود الارتباط.

كذلك وجد من الدراسات امكانية اختبار الأجيال المبكرة التي تؤدي الى التعرف على التراكيب المتفوقة بمرحلة مبكرة حيث تعطي سلالات نقية متفوقة في الأجيال التالية لها. لذلك فان هذا الشكل من الانتخاب سيحقق الاحتفاظ بالجينات المتفوقة في المجموع الجيني.

اقترحت طريقة الانتخاب التكراري من قبل Jenkins (1940) و Hull (1945) في الذرة الصفراء. تستند التقنية الأساسية على التعرف على النباتات ذات التراكيب الوراثية المتفوقة ثم القيام باجراء التزاوجات بينها لانتاج المجتمع الجديد. وقد يكون من الضروري اجراء بعض أشكال اختبار النسل لقياس قيمة التربية للآباء. يحافظ على التراكيب الوراثية الأبوية عن طريق التلقيح الذاتي او الاكثار الخضري بحيث يمكن بعد الانتخاب وتقوم النسل القيام باجراء التهجينات بينها. وبعد اجراء التهجينات للنباتات المتفوقة يمكن اعادة الانتخاب في المجتمع الجديد.

ان الانتخاب التكراري دوريا بطبيعته ويميل الى تركيز الأليلات المرغوب فيها ويحافظ على قوة النبات والاتحادات الوراثية من خلال التهجين. ويتميز عن الانتخاب الاجمالي بوجود التهجينات المبرمجة للأفراد المنتخبة واختبار النسل لتمييز النباتات المتفوقة. الشكل ١٥ - ٧ يوضح الاداء المتوقع من طريقة الانتخاب التكراري وسنناقش في الفقرات التالية الاشكال التالية للانتخاب التكراري :

- (١) الانتخاب التكراري المظهري.
- (٢) الانتخاب التكراري للقدرة العامة على التوافق.
- (٣) الانتخاب التكراري للقدرة الخاصة على التوافق.
- (٤) الانتخاب التكراري المتقابل لتحسين إثنين من المجتمعات.



١٥-٧. التوزيع التكراري لنسبة الزيت في حبوب الذرة الصفراء المحسنة عن طريق الانتخاب التكراري المظهري. الخط العمودي في كل توزيع يوضح معدل المجتمع، الخط المنقط العمودي يوضح معدل الأفراد المتخبة (عن Brimhal, Sprague (1950).

تميز التراكيب الوراثية وتكوين المجتمع الاساس :

يعتمد نجاح اي برنامج للانتخاب التكراري على الحصول على الأفراد التي ستكون آباء للمجتمع الجديد وزيادة تكرار الأليلات المرغوب فيها ، والأسس هي :

- (١) الآباء يجب ان يكون لها أفضل الاداء من ناحية الصفة المطلوبة ، كذلك يجب ان تنحدر الآباء من اصول مختلفة بهدف زيادة التباين الوراثي . وقد أشار Fehr (1987) الى صعوبة الحصول على هاتين الصفتين بسبب امكانية كون الآباء ذات الحاصل العالي منحدرين من اصل واحد .
- (٢) يجب تحديد عدد الآباء التي ستكون المجتمع الاساسي . القاعدة هي استخدام أكبر عدد ممكن من الآباء من دون التضحية بالاداء الجديد للصفة المقصودة . عادة يزداد احتمال الحصول على اليلات مختلفة لزيادة الحاصل بزيادة عدد الآباء الداخلة في المجتمع . ويحتاج الانتخاب التكراري الى مستويات عالية من التباين الوراثي للصفة في المجتمع الأساس .
- (٣) كذلك يجب الاهتمام في تكوين المجتمع الأساس بعدد أجيال التزاوجات الواجب اجراؤها لتكوين المجتمع . حيث ان كل جيل من التزاوج سيزيد من فرصة الاتحادات الجديدة للجينات من الآباء .

الانتخاب التكراري المظهري : Phenotypic Recurrent Selection

يمثل هذا الشكل من الانتخاب أبسط اشكال الانتخاب الدوري حيث لا تجرى اي اختبارات للقدرة العامة على التوافق وكل مدة انتخاب ستغرق سنة أو سنتين حسب ميعاد ظهور الصفة التي يجري عليها الانتخاب . وحيث ان الانتخاب مبني على الشكل الظاهري للنبات لذا فان هذا النمط الانتخابي يكون ناجحاً في حالة الصفات العالية التوريث . وهو تحسين لطريقة الانتخاب الاجالي . يشمل التحسين على خطوتين أساسيتين :

- ١ . التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة للمحافظة على تركيبها الوراثي .
- ٢ . اجراء التهجينات بين النباتات المنتخبة في جميع الاتجاهات قبل بداية دورة اخرى للانتخاب . وقد قدمت أدلة بداية الخمسينات عن فاعلية الانتخاب التكراري في تحسين مستوى الزيت في حبوب الذرة الصفراء بعد دورتين من الانتخاب التكراري

المظهري (1950) Sprague and Brimhall. الشكل ١٥ - ٧ يوضح طريقة الانتخاب التكراري المظهري.

الخطوات العملية :

الموسم الاول : القيام بالتلقيح الذاتي للنباتات الفردية المنتخبة من المجتمع الأساسي (دورة الصف). ثم تحصد عرانيص الذرة من كل نبات بشكل منفصل وتحلل البذور لمعرفة نسبة الزيت لكل منها.

الموسم الثاني : يتم زراعة البذور المتبقية من كل نبات منتخب من اجل صفة الزيت في الموسم التالي. يتم اجراء جميع التهجينات الممكنة يدويا. ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل هجين لتكوين مجتمع الدورة الأولى.

الموسم الثالث والرابع : زراعة بذور الدورة الأولى وتعاد الطريقة المتبعة في الموسم الأول والثاني لغرض الحصول على مجتمع الدورة الثانية. اذا مارغب في دورات اخرى تتبع الخطوات السابقة نفسها.

اتعبت الطريقة بهدف الانتخاب لمقاومة الامراض قبل التزهير في الذرة الصفراء ، (Jenkins, 1954 وجماعته) والمقاومة للأمراض في الجت (Graham (1965 وجماعته) وفي البرسيم القرمزي (Bennett (1959.

مشاكل الانتخاب التكراري المظهري :

اذا تم التعرف على النباتات المتفوقة قبل التزهير فيمكن عمل التهجينات في الموسم نفسه. اذا كانت هناك مشكلة التوافق في التزهير بين النباتات المنتخبة في الحقل فتؤخذ بشكل عقل الى البيت الزجاجي ويكمل برنامج التهجين.

ان لم يكن بالامكان التعرف على الصفة الا بعد حصول التلقيح فيجب القيام بعملية تلقيح ذاتي او تهجين البذور على نبات منتخب. عادة يكون الانتخاب أبطأ في البذور المهجنة عنها في البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي بسبب امكانية مجي الكامييت الذكري من أب غير مرغوب فيه.

بعد تمام الانتخاب والتهجين تعاد الدورة لزراعة الأجيال الأولى وانتخاب الأفراد المرغوب فيها من المجتمع الجديد. عادة تكفي دورتان من الانتخاب للكشف عن التباين الوراثي المطلوب ويصبح نظام الانتخاب أقل فائدة في دورات أكثر.

الانتخاب التكراري للقدرة العامة على الخلط :

Recurrents Selection for general combining ability

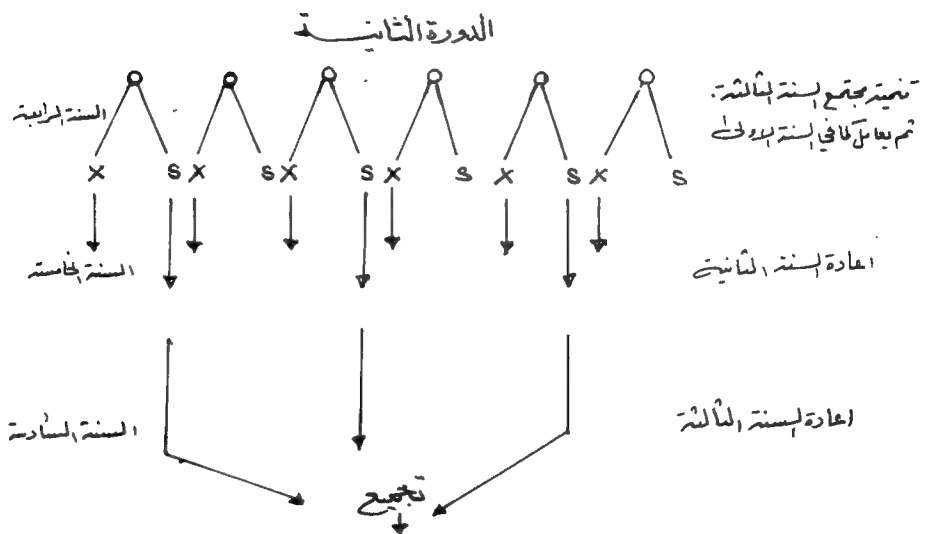
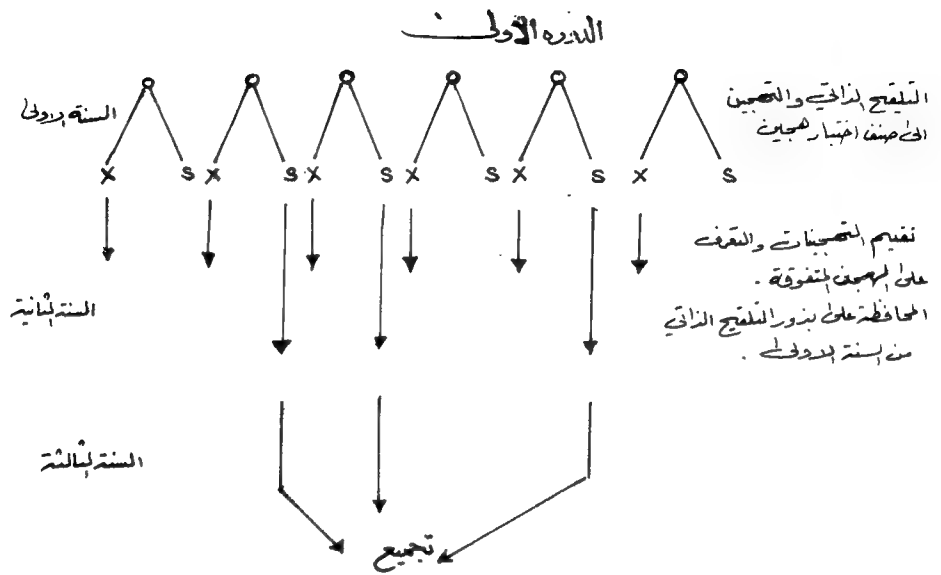
وهو طريقة تحسين المجتمع التي تشمل تقويم الافراد من خلال استعمال النسل نصف الشقيق half-sib progeny.

الطريقة العامة لدورة من الانتخاب اقترح الطريقة (1940) Jenking وتستند الى الخطوات الآتية :

- I. القيام بعملية التلقيح الذاتي لعدة أفراد والتهجين مع صنف اختباري ذي قاعدة وراثية واسعة. ويتم الاحتفاظ بالبذور الملقحة ذاتيا.
 - II. تنمية أنسال الهجن الاختبارية وتقويم للصفة المطلوبة والتعرف على أفراد ذوات قدرة التوافق العامة الجيدة.
 - III. تنمية البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي لكل نبات متفوق ثم القيام بالتهجين بين النباتات في جميع الاتجاهات.
- تعاد الدورة على حسب الرغبة.

الصنف الاختباري (الذكري) يجب ان يكون خليطا اي ينتج مجموعة من الكامينات المختلفة وراثيا. ويكون اما صنفا مفتوح التلقيح او التهجين المتعدد Polycross للمشتل نفسه. تمثل البذور المحصودة على الأم كامينات متنوعة من الكامينات. فاذا كان معدل النسل ذا انتاجية متفوقة فيقال ان للأنثى قدرة تألف عامة جيدة حيث انها تتألف مع عدة تراكيب وراثية. وبعد ان يتم التعرف على الافراد ذوات القدرة الجيدة على التوافق تزرع السلالات الناتجة عن التلقيح الذاتي في معزل وتهجن في جميع الاتجاهات لتركيز الأليلات المسؤولة عن قدرة التوافق العامة.

وحيث ان القدرة العامة على التوافق ناتجة من عدة جينات فان التقدم يكون بطيئا عادة. وفي حالات عدة تستخدم ضغطا انتخابيا على المظهر الخارجي والقدرة العامة على التوافق في الوقت نفسه للمحافظة على قوة النمو وتركيز الأليلات المفيدة. الشكل ١٥ - ٨ يبين الطريقة.



شكل ١٥ - ٨ . الانتخاب التكراري للقدرة العامة على التألف:

(عن Briggs and Knowles, 1967 ص 244).

الانتخاب التكراري للقدرة الخاصة على التوافق :

وهي طريقة اقترحها (Hull 1945) . الاختلاف الرئيس بين هذه الطريقة والطريقة السابقة. يمكن في استعمال الصنف الاختباري ذي القاعدة الوراثية الضيقة. ففي بعض الحالات وخصوصا في تربية الهجن من المرغوب فيها الحصول على سلالات تربية تعطي نسلا ذا انتاجية عالية عندما يهجن مع سلالات ذات قاعدة وراثية ضيقة. يقال لهذه بالقدرة الخاصة على التوافق وتعود الى الفعل الجيني التجميعي وغير التجميعي تشمل الطريقة الخطوات الأساسية الآتية :

- I. القيام بالتلقيح الذاتي لعدد من الافراد ، كذلك القيام بتيجينها مع صنف اختباري ذي قاعدة وراثية ضيقة (سلالة نقية). يحتفظ بالبذور التي تثبت عن التلقيح الذاتي.
 - II. تنمية الهجن الاختبارية وتقويمها للحصول ويتم التعرف على الأفراد الأولى ذات قدرة التوافق الخاصة المتفوقة.
 - III. تنمية البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي (الخطوة I) للنباتات المتفوقة وتهجن في جميع الاتجاهات.
- تعاد الدورة على حسب الرغبة.

Reciprocal Recurrent Selection

الانتخاب التكراري المتقابل :

وهي طريقة للتحسين بين المجتمعات اقترحها (Comstock 1949) وجاعته حيث تحسن هذه الطريقة كلاً من قدرتي التوافق العامة والخاصة. ينتخب مجتمعان في آن واحد حيث يستعمل كل مجتمع كصنف اختباري للمجتمع الآخر. يتم تهجين الأفراد المنتخبة ضمن كل مجتمع مع عينة عشوائية من نباتات المجتمع الآخر ثم يتم اختبار النسل. ثم تعاد زراعة الانتخابات واجراء التهجين بينها لاكمال الدورة الاولى. في الدورة الثانية يتم التهجين بين النباتات المنتخبة في كل مجموعة مع مجموعة المجتمع الآخر كصنف اختباري. ويعني ذلك ان كل التكوين الوراثي لكل صنف اختباري سيتغير في كل دورة من الانتخاب. والخطوات العامة كما يأتي :

- I. زراعة اثنين من المجتمعات. يتم في كل مجتمع اجراء التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة كذلك التهجين مع أفراد من المجتمع الثاني ، احتفظ ببذور التلقيح الذاتي.

II. زراعة أنسال التهجين الاختباري وتقويم ، التعرف على افراد ذوات قدرة توافق متفوقة .

III. زراعة البذور الاحتياط والملقحة ذاتيا من الخطوة (I). مع ابقاء المجتمعات بشكل منفصل . القيام بالتهجينات ضمن كل مجتمع .
اعادة الدورة على حسب الرغبة .

يمكن استعمال نواتج عملية الانتخاب التكراري في الآتي :

١ . اجراء التلقيح الذاتي المستمر للحصول على سلالات نقية تستعمل في اصناف هجين يستفاد منها في ظاهرة قوة الهجين .

٢ . يمكن ان تهجن مباشرة مع سلالة نقية أو هجين فردية او نواتج انتخابات دورية اخرى لتكوين الاصناف الهجينة .

٣ . استعمالها كمصدر او نواة لاصناف تركيبية جديدة وكما سنرى في الفصول القادمة .

الخطوات التفصيلية .

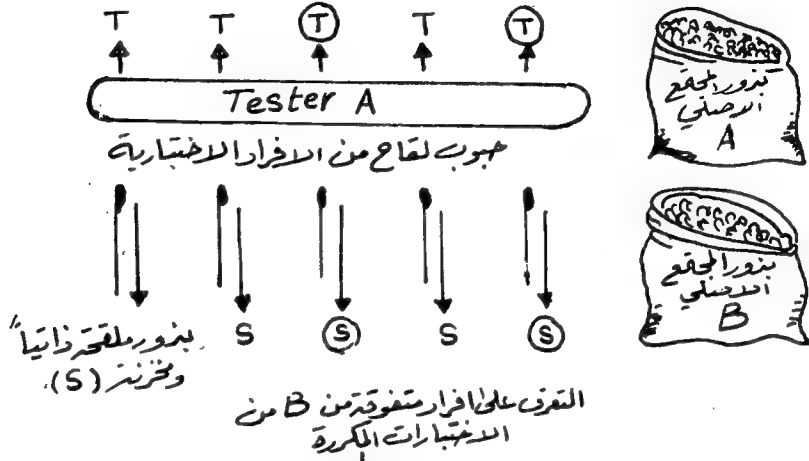
الموسم الأول : انتخاب ١٠٠ نبات من المجتمع (آ) (دورة الصفر) ثم تلقيح ذاتيا وتهجن مع ستة نباتات عشوائية من المجتمع (ب) . انتخاب ١٠٠ نبات من المجتمع (ب) (دورة الصفر) تلقيح ذاتيا وتهجن مع ستة نباتات أو أكثر بصورة عشوائية من المجتمع (آ) . تحفظ النباتات الملقحة ذاتيا لكل نبات في المخزن . تستخدم البذور المهجنة (وهي نصف شقيقة) للاختبار في الموسم الثاني .

الموسم الثاني : اجراء اختبار مكرر لتقويم عوائل ال ١٠٠ هجين من المجتمع (آ) و ١٠٠ من المجتمع (ب) . وعلى أساس نتائج الاختبار تنتخب أعلى ١٠ عوائل هجينة من كل مجتمع .

الموسم الثالث : يتم التهجين بين ١٠ نباتات من المجتمع (آ) والتي لها نسل هجين متفوق في الموسم الثاني لتكوين الدورة الأولى للمجتمع باستعمال البذور الملقحة ذاتيا من الموسم الأول . كذلك يتم التهجين بين ال ١٠ نباتات من المجتمع (ب) والتي لها أداء جيد للنسل الهجين في الموسم الثاني بنفس الطريقة لتكوين الدورة الأولى للمجتمع (ب) .

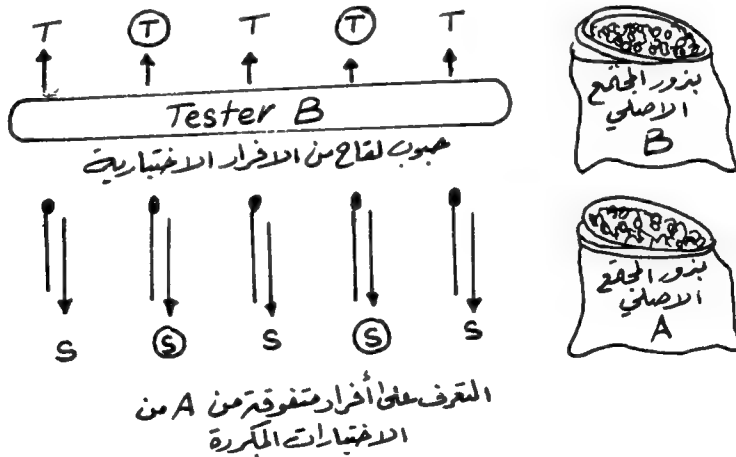
الموسم الرابع : استعمال بذور الدورة الاولى لمجتمعات (آ) و (ب) لتنفيذ الدورة التالية من الانتخاب وينفس الطريقة المتبعة في المواسم من الأول الى الثالث .
الشكل ١٥ - ٩ يوضح هذه الخطوات .

بذور نصف حقيقية (T) لغرض الاختبار المكرر



تستعمل بذور التلقيح (S) الذاتي لغرض التهجين لتكوين مجتمع هبريد (B)

بذور نصف حقيقية (T) لغرض الاختبار المكرر



تستعمل بذور تلقيح (S) الذاتي في التهجين لتكوين مجتمع هبريد (A)

شكل ١٥ - ٩ . الانتخاب التكراري المتقابل . يستعمل المجتمع (A) لاختبار أفراد من المجتمع (B) وبالعكس (عن شكل ١٥ - ٩) . Fehr (1987) pp 193 .

وقد اقترح لزيادة التباين الوراثي بين العوائل نصف الشقيقة استعمال صنف اختباري ذي قاعدة وراثية ضيقة بدلا من استعمال المجتمع الكامل كصنف اختباري. أي يتم التلقيح الذاتي لأفراد من مجتمع (آ) ثم تهجن مع صنف اختباري ذي قاعدة وراثية ضيقة مع المجتمع (ب) والذي تم استنباطه من دورة سابقة للانتخاب. ونفس الشيء يجري للمجتمع (ب) حيث تلقح النباتات المنتخبة ذاتيا وتهجن مع صنف اختباري من المجتمع (آ). ويتقدم البرنامج يمكن ان تصبح السلالة المتفوقة من (آ) ليصبح صنفا اختباريا لمجتمع (ب) والصنف المتفوق من (ب) صنفا اختباريا للمجتمع (آ) Eberhart and Russell 1975.

References

مصادر الفصل الخامس عشر

- Bennett, H.W. 1959. The effectiveness of seflection for the hard seeded character in crimson clover. *Agron. J.* 51: 15— 16.
- Briggs, F.N. and P.F. knowles. 1967 Introduction to plant breeding. Reinhold publishing corporation. U.S.A.
- Comstock, R.E., H.EF. Robinson and P.H. Harvey. 1949. Abreeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron. J.* 41: 360— 367.
- Dudley, J.W. 1977. Seventy— Six generation of selection for oil and protein percentage in maize. pp 458— 473. In E. pollack, O. Kempthorne, and T.B. Bailey Jr. (eds.) *Proceeding of the International Conference on Quantitative Genetics*. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa. U.S.A.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar development. 1. Theory and Technique.
- Graham, J.H., R.R. Hill Jr., D.K. Barnes and C.H. Hanson. 1965. Effect of three cycles of selection for resistance to common leaf spot in alfalfa. *Crop Sci*—5: 171— 173.
- Hull, F.H. 1975. Recurrent selection and specific combining ability in Corn. *J. Am. Soc. Agron.* 37: 134— 145.
- Jenkins, M.T. 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. *J.Am. Soc.* 32: 55— 63.
- Jenkins, M.t., A.I. Robert, and W.R.Findley Jr. 1954. Recurrent selection as amethod for concentrating genes for resistance to *Helmintho sporium turcicum* leaf blight in corn. *Agron. J.* 46: 89— 94.
- Russell, W.H. and S.A. Eberhart. 1975. Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent and testcross selection programms. *Crop Sci.* 15: 1— 4.
- Sprague, G.F. and B.Brimhall. 1950. Relative effectiveness of two systems of selections for oil content of the corn kernel. *Agron. J.* 42: 83— 88.
- Welsh, J. 1981. Funda mentals of plant Genetics and breeding. John wiley and sons. New york.

الفصل السادس عشر
التربية الداخلية وقوة الهجين
Inbreeding and Heterosis

مقدمة

التربية الداخلية

اهداف التربية الداخلية

التربية الداخلية في الأنواع ثنائية المجموعة الكروموسومية

التربية الداخلية للأنواع الرباعية

قوة الهجين

طرق قياس قوة الهجين

الأسس الوراثية لقوة الهجين

الاستفادة من قوة الهجين

المصادر

الفصل السادس عشر التربية الداخلية وقوة الهجين

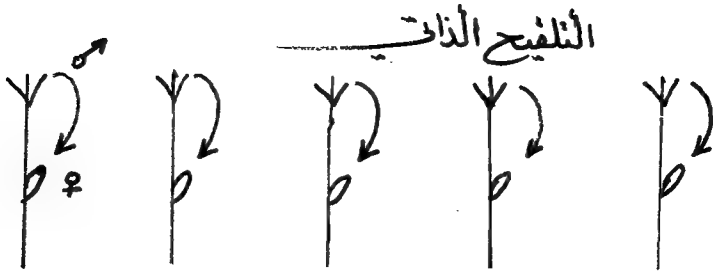
مقدمة :

يعد نظام تربية الهجين أحد الانجازات الرائعة والمثمرة في تقنيات تربية النبات منذ ان أعيد اكتشاف قوانين مندل في الوراثة عام ١٩٠٠ . فقد لاحظ الباحثون والمربون ظاهرة قوة الهجين Heterosis في زيادة قوة الجيل الأول (F_1) عند مقارنته بالأباء . وبحلول القرن السابع عشر تم وصف قوة الهجين الناتجة من التهجينات لعدد من الأنواع . وفي المحاصيل الخلطية التلقيح لوحظ الأثر الضار للتربية الداخلية Inbreeding حيث تنخفض قوة النمو وتظهر النباتات الشاذة والضعيفة في المجتمع النباتي . وفي عام ١٩٣٠ أصبح تطور المفاهيم الوراثية والأسس التي رافقت التربية الداخلية والتفوق من الأهمية بمكان في مجال تربية الذرة الصفراء . تبع ذلك توسع سريع في تربية الهجين وصناعة البذور للعديد من الأنواع . وقد لاقت الذرة الصفراء معظم الاهتمام في أبحاث الهجين ولذلك فان معظم الحديث ستركز عليه . وفي الفقرات التالية سنركز الحديث عن ظاهري التربية الداخلية وقوة الهجين لما لها من علاقة مباشرة بموضوع انتاج الهجين .

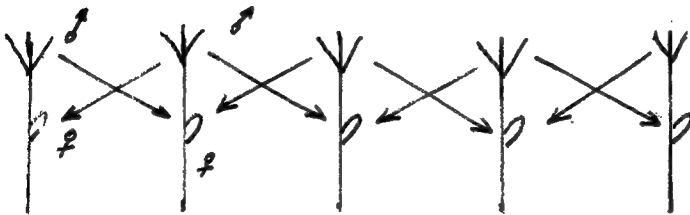
Inbreeding

التربية الداخلية :

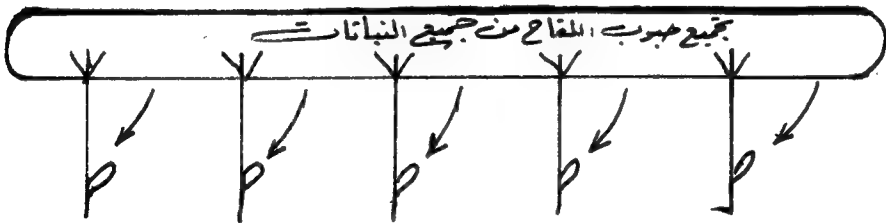
تعرف التربية الداخلية بأنها تزاوج الافراد التي تربطهم قرابة . أكثر من تزاوج الأفراد بصورة عشوائية في المجتمع . / أكثر الاشكال تطرقا في التربية الداخلية هو التلقيح الذاتي Selfing . وهناك اشكال اخرى للتربية الداخلية تلعب دورا مهما في تربية النباتات مثل تزاوج الاشقاء الكامل Sib mating . ونصف الشقيق Half sib والتهجين الرجعي (الشكل ١٦ - ١) .



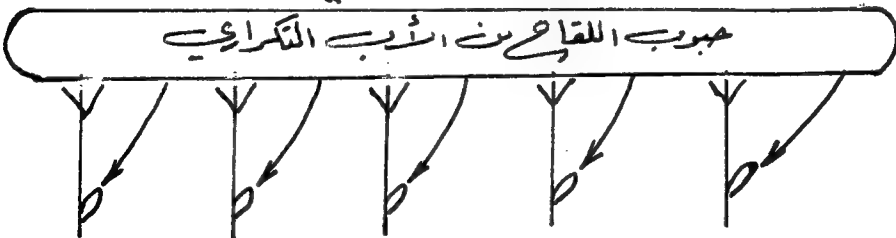
تزاوج الاشتاء الكاملة



تزاوج أنصاف الاشتاء



التلقيح الرجعي



شكل ١٦ - ١. الطرق الأربعة للتربية الداخلية في المجتمع.

ب
ن أقلمة

Inbreeding

الحيوانات والانسان

وكان East و Shull أول

مداخلية في النباتات. فقد لاحظا أن

أدى الى انخفاض قوة النسل خصوصاً

لحقيقة كان الانخفاض في بعض الحالات

ن. ولكن بعض السلالات النقية المنخفض

نظ بين الأنواع في مقدار الانخفاض نتيجة

يحب مثل الحنطة والشعير والشوفان يكون

من الأصيلة كأصناف لغرض انتاج المحصول.

منهيج مثل الذرة الصفراء يمكن انتاج السلالات النقية ولكن

من الأصناف الهجينة المستعملة للانتاج التجاري. وفي بعض المحاصيل مثل

يكون الانخفاض شديداً بحيث لاتعيش التراكيب الوراثية الاصيله فقد أشار

Tysdar ان الحاصل المنخفض بنسبة ٦٨٪ وحاصل البذور الى ٦٢٪ في جيل واحد من

التربية الداخلية للجت.

مفرداً

اهداف التربية الداخلية :

تحدد أهداف التربية الداخلية بالآتي :

١. استنباط تراكيب وراثية يمكن المحافظة عليها لانتاج البذور ولعدة أجيال كما في

المحاصيل الذاتية التلقيح دون تغيير في التركيب الوراثي.

٢. انتاج الآباء الأ-يلة للهجن التجارية.

٣. تقليل تكرار الجينات المتنحية الضارة في الأصناف التي تستعمل كآباء للأصناف

التركيبية أو التي تتكاثر خضرياً.

التربية الد

وصف ght

الداخلية (F). عرف

الآليلات لأحد المواقع الجينية مما

قيمة (F) مستوى الأصالة الموجودة في

وقد وجدت علاقة قريبة من الانوا

الداخلية والانخفاض نتيجة التربية الداء

الأدلة التجريبية في الذرة الصفراء بالنقا

(أ) وجود علاقة مضطربة بين نسبة ال

(ب) عدم وجود فروق بين طرق التربية

للتربية الداخلية.

(ج) يمكن وصف الانخفاض في الأداء المرافق للانخفاض

يعود الى تجميع مواقع جينية غير مرتبطة.

(د) لا يبدو أن للتفوق بين الجينات epistasis تأثيراً على الانخفاض نتيج

الداخلية.

هناك اربع طرق لزيادة الأصالة الوراثية في المجتمع وهي :

١. التلقيح الذاتي.

٢. تزاوج الأشقاء الكاملة full-sib mating.

٣. تزاوج أنصاف الأشقاء half-sib mating.

٤. التهجين الرجعي (شكل ١٦ - ١).

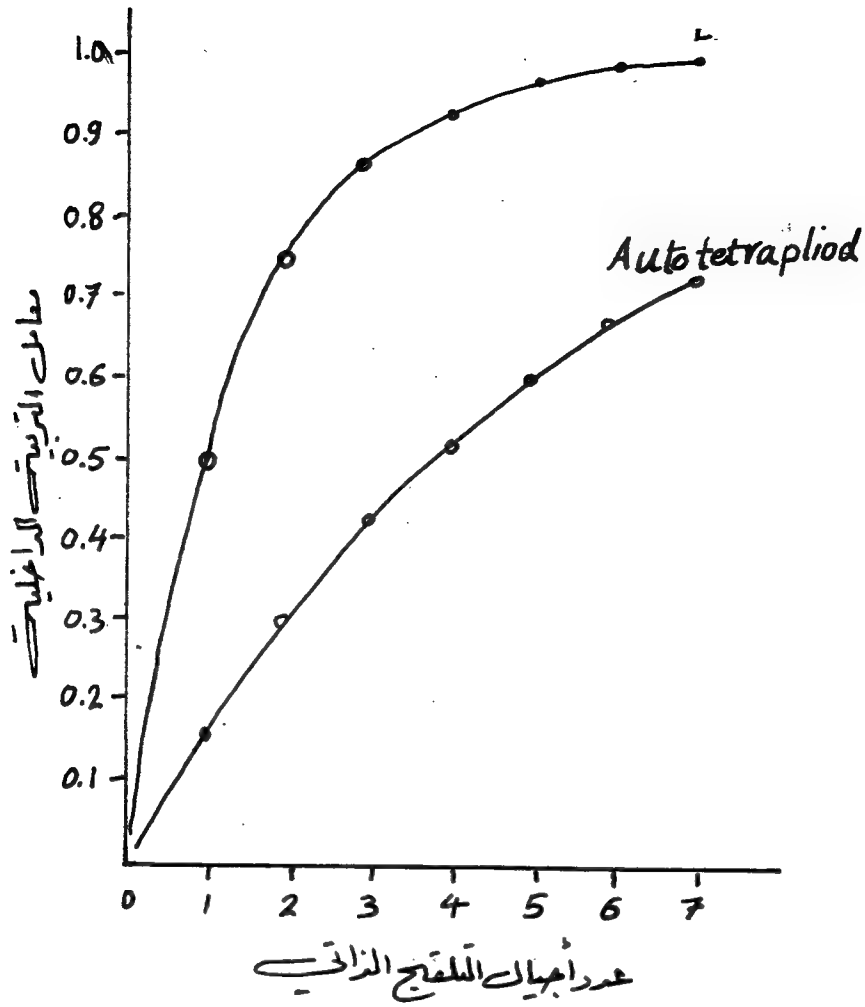
يحصل التلقيح الذاتي عند اتحاد الكاميتات الذكرية والانثوية لنفس النبات لانتاج

البذور. اما تزاوج الأشقاء الكامل فيمثل تهجين أزواج من الأفراد في المجتمع. أما تزاوج

أنصاف الأشقاء فيحصل عند اخصاب النباتات المفردة محبوب لقاح عشوائية من

المجتمع. أمثلة التهجين الرجعي فهو نظام تزاوج الأفراد في المجتمع الى أحد الآباء في أجيال

متعاقبة الشكل ١٦ - ٢ يمثل كفاءة أنظمة التزاوج في الحصول على الأصالة الوراثية.



شكل ١٦-٢ : العلاقة بين معامل التربة الداخلية وعدد أجيال التلقيح الذاتي في الأنواع ذاتية المجموعة الكروموسومية والرابعة.

يتضح من الشكل على ان ثلاثة أجيال من التلقيح الذاتي تعادل عشرة أجيال من تزاوج الاشقاء للحصول على الأصالة المطلوبة. على العموم فان جميع الطرق تؤدي الى الحصول على أصالة ١٠٠٪ في نهاية الأمر.

يوضح الجدول ١٦-١ التغيرات في قيم معاملات التربة الداخلية (F) في الطرق المختلفة. تكون قيمة (F) للجيل الثاني مساوية للصفر. وتعتمد نسبة الأصالة لكل جيل

من التربية الرجعية على مستوى التربية الداخلية للآب الرجعي.
الأصيل (0=F) يكون اما جيلاً ثانياً او ما يكافئه. أما الأب الرجعي الأصيل (T=F) فيكون نباتاً أصيلاً بشكل تام.

جدول ١٦-١ : حساب معامل التربية لخمسة طرق من التربية الداخلية في الانواع ثنائية المجموعة الكروموسومية

جيل التربية الداخلية	الفلج الذاتي	الأشقاء، الكهنة	أصناف الأشقاء	التجين الرجعي	
				سلالة تية (F=1)	سلالة غير تية (F=0)
0	$F = \frac{1}{2} (1 + F')$	$F = \frac{1}{4} (1 + 2F' + F'')$	$F = \frac{1}{8} (1 + 6F' + F'')$	$F = \frac{1}{2} (1 + F')$	$F = \frac{1}{4} (1 + 2F')$
1	$\frac{1}{2} (1 + 0) = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4} (1 + 2 \cdot 0 + 0) = \frac{1}{4}$	$\frac{1}{8} (1 + 6 \cdot 0 + 0) = \frac{1}{8}$	$\frac{1}{2} (1 + 0) = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4} (1 + 2 \cdot 0) = \frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4} \left(1 + 2 \cdot \frac{1}{4} + 0 \right) = \frac{3}{8}$	$\frac{1}{8} \left(1 + 6 \cdot \frac{1}{8} + 0 \right) = \frac{7}{32}$	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4} \left(1 + 2 \cdot \frac{1}{4} \right) = \frac{3}{8}$
3	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{3}{4} \right) = \frac{7}{8}$	$\frac{1}{4} \left(1 + 2 \cdot \frac{3}{8} + \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{8} \left(1 + 6 \cdot \frac{7}{32} + \frac{1}{8} \right) = \frac{39}{128}$	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{3}{4} \right) = \frac{7}{8}$	$\frac{1}{4} \left(1 + 2 \cdot \frac{3}{8} \right) = \frac{7}{16}$
4	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{7}{8} \right) = \frac{15}{16}$	$\frac{1}{4} \left(1 + 2 \cdot \frac{7}{8} + \frac{3}{4} \right) = \frac{19}{32}$	$\frac{1}{8} \left(1 + 6 \cdot \frac{39}{128} + \frac{7}{32} \right) = \frac{195}{512}$	$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{7}{8} \right) = \frac{15}{16}$	$\frac{1}{4} \left(1 + 2 \cdot \frac{7}{16} \right) = \frac{15}{32}$

عن Fehr, 1987 ص 109.

ان التبايرات في الوصول الى الأصالة بين هذه الأنظمة يرافق الاختلافات في فرصة مجي الأليلات المتماثلة سوية. فالتثبيت البطيء للأليلات غير المرغوب فيها تسمح بفرصة أوفر للانتخاب خلال التربية الداخلية. وفي اختيار نظام التربية فانه يجب وزن أهمية الانتخاب مع الزمن المستغرق للحصول على المستوى المطلوب من الأصالة (1987, Fehr):

التربية الداخلية للأنواع الرباعية :

أورد Kempthorne (1957) معامل التربية الداخلية للأنواع الرباعية نتيجة للتربية الداخلية بالمعادلة الآتية :

$$F = \frac{1}{16} [1 + 2\alpha + (5 - 2\alpha) F] \quad \dots (1)$$

حيث :

α = احتمال تماثل اليدين للموقع الجيني بالانحدار من السلف.
 α = احتمال الاختزال المزدوج double reduction الذي ينتج الكامبتات لها اليلات من كروماتيدات اختية.

F = معامل التربية الداخلية للجيل السابق .

وعندما يتم التلقيح الذاتي لجيل واحد في مجتمع ذي تزاوج عشوائي يصبح معامل التربية الداخلية يساوي $\frac{1}{4}$ - ان كانت $\alpha = 0$. وتصبح قيمة (F) صفراً بسبب كون معامل التربية الداخلية في المجتمع الذي تتزاوج افراده تزاوجاً عشوائياً يساوي صفراً او :

$$F = \frac{1}{16} \{ 1 + 2(0) + [5 - 2(0)] 0 \} = \frac{1}{16}$$

في الأنواع الرباعية المجموعة الكروموسومية توجد اربع اليلات لكل موقع جيني ، ونحتاج لكل موقع أصيل أن تكون اليلات الأربعة متماثلة . بينما الى اثنين فقط في الأنواع الثنائية . ولهذا السبب فان الحصول على الأصالة الوراثية ، في الأنواع الرباعية يكون أبطأ . وللحصول على مناقشة للنواحي النظرية لتأثير التربية الداخلية في الأنواع الرباعية مثل الجت راجع المناقشة في Fehr (1987) وتأثير التربية الداخلية في المجتمعات الصغيرة في Hallauer, Miranda (1981) .

Heterosis

قوة الهجين :

تعد ظاهرة قوة الهجين Heterosis عن أفضلية آداء الابناء الهجينة مقارنة بالآباء . وقد أشار Shull الى ان تهجينات معينة بين سلالات معينة في الذرة الصفراء قد أعطت قوة نمو ملحوظة في النسل بينما لم تكن قوة الهجين كبيرة أو لاتوجد في تهجينات اخرى . وهذا استخدم المعنى الاقتصادي لقوة الهجين الذي أصبح جاهزا بعد تهجينات معينة (ولكن ليس جميع التهجينات) من السلالات الأصلية للذرة الصفراء . ان حصول قوة الهجين شائعة في أنواع النباتات ولكن التعبير عن درجة قوة الهجين متغايرة .

طرق قياس قوة الهجين :

هناك عدة طرق لقياس قوة الهجين تعتمد على النواحي الآتية : (١) مقارنة الجيل الأول بأحسن الآباء ، (٢) مقارنة الجيل الأول مع معدل الأبوين (٣) مقارنة الجيل الأول مع معدل نباتات المشتل (٤) مقارنة الجيل الأول مع أصناف للمقارنة .
يعبر عن قوة الهجين بنسبة مئوية وكما يلي : (Fehr, 1987)

$$1. \text{ قوة الهجين متوسط الآباء (\%)} = \frac{\text{الجيل الأول } (F_1) - \text{متوسط الأبوين}}{100 \times \text{متوسط الأبوين}}$$

$$2. \text{ قوة الهجين أعلى أب (\%)} = \frac{\text{الجيل الأول } (F_1) - \text{متوسط أعلى أب}}{\text{متوسط أعلى أب}}$$

وكمثال لو فرضنا أن حاصل الهجين (٩٠) وحدة وللأب الأول (٦٠) وحدة وللأب الثاني (٨٠) وحدة فإن معدل آداء الآباء ستكون ٧٠ وحدة .

$$\text{قوة الهجين المتوسط الآباء} = \frac{90 - 60}{100 \times 70} = 28,6\%$$

$$\text{قوة الهجين الأعلى الآباء} = \frac{90 - 60}{80} = 12,5\%$$

الأسس الوراثية لقوة الهجين :

الأسس الوراثية لقوة الهجين غير مفهومة بشكل كامل . ولكن هناك عدة تفاسير لها أورد Falconer 1981 أنه يمكن التعبير عن التفوق عندما يكون لآباء الهجين أليلات مختلفة في الموقع الجيني وأن هناك مستوى معيناً من السيادة بين هذه الأليلات . وهناك نقاش واسع بين مستوى السيادة والتعبير عن التفوق . الفرضيات التي استقطبت الاهتمام هما نظرية السيادة ونظرية السيادة الفائقة Overdominance hypothesis .

آ- نظرية السيادة : Dominance hypothesis

تم اقتراح نظرية السيادة لأول مرة من قبل Davenport (1908) الذي اقترح من خلالها أن قوة الهجين تنتج من فعل وتداخل الجينات السائدة الملائمة . ووفقاً لهذه النظرية

فإن الانخفاض نتيجة التربية الداخلية يحصل عندما تصبح الجينات المتنحية الضارة بشكل أصيل بالتربية الداخلية. وإن التهجين بين السلالات غير الأصلية سيستعيد الحالة الخلطة قوة النمو معها. يمكن أن تزيد قوة الهجين الآباء غير الأصلية أن تمتلك جينات سائدة مختلفة. لذلك فمن الناحية النظرية فإنه يمكن استنباط النبات الأصل لجميع الجينات السائدة الملائمة. فعلى سبيل المثال التهجين بين $AA BB cc \times AA bb CC$ يمكن أن يعطي نسلًا في الجيل الثاني له التركيب الوراثي $AA BB CC$ والذي يساوي في حاصلية الهجين $AA Bb Cc$. في الذرة المصفراء لم نحصل على مثل هذه السلالات النقية التي تساوي في حاصلها أفضل الهجن. إن هذا يعد دليلاً ضد نظرية السيادة. على العموم فإن وجود الارتباط يمكن أن يجعل من مهمة تجميع الجينات السائدة صعبة جداً حيث أن هناك حاجة لعبور وراثي بين الأليلات السائدة والمتنحية. وعندما يؤخذ بنظر الاعتبار عدد المواقع الجينية فإن احتمال حصول ذلك في انتخاب الكاميتات الصحيحة واطي جداً. كذلك وجود السيادة غير الكاملة والتأثيرات البيئية يعقد من مسألة الحصول على التركيب الوراثي المطلوب (Jones, 1918).

هناك علاقة مضطربة بين قوة الهجين والخلط الوراثي يشير إلى الفعل الجيني السیادي، وقد وجد من العديد من الدراسات أن حاصل الحبوب في الجيل الثاني يقع وسطاً بين حاصلی الآباء والجيل الأول. وقد شملت هذه الدراسات على سلالات أصلية تنتج حاصل حبوب أقل تحت ظروف الشد (Burton, 1983).

أشير أيضاً إلى أن التفوق epistasis الذي يعبر عن التداخل بين الجينات الأليلات يمكن أن يؤثر في قوة الهجين، من الصعوبة تقويم طبيعة ومقدار هذه التأثيرات في الحاصل. وقد أشار (Burton 1968) إلى أن التفوق يؤدي إلى خفض حاصل العلف لهجن الدخن وأنه يمكن أن يتأثر التفوق الكمي بشكل كبير بالظروف البيئية، وإن التفوق أقل أهمية من السيادة.

ب- السيادة الفائقة : Overdominance Hypothesis

افترضت هذه النظرية من قبل (Shull 1908) وأيدها (Fast 1936) و Hull (1945). تقول النظرية أن الحالة الهجينة للجين (Aa) أكثر قوة من كل حالتي الأصلة للجين (aa, AA). رغم أن النظرية تؤيد تأثير السيادة الجزئية والكاملة في أداء الهجين لكن هذه التأثيرات لا توضح جميع قوة الهجين في الهجن. وتمت البرهنة على السيادة

الفائقة في الصفات التي يسيطر عليها جين واحد. ولكن من الصعوبة البرهنة على وجودها في الصفة الكمية وقد استخدم Hull (1952) انحدار النسل على الآباء لتوضيح السيادة الفائقة في تهجينات ثنائية الأليل في الذرة الصفراء. وقد بينت الدراسات في الذرة الصفراء أن أغلب التأثيرات الوراثية كانت تجمعية والقليل منها أن وجد يعود الى السيادة الفائقة.

وقد وضعت عدة تفسيرات لتوضيح السيادة الفائقة Brewbaker 1964 منها :
(١) الفعل الأليلي التكميلي (٢) مسارات بديلة (٣) الكميات ذات المستوى المثالي (٤) العنصر المهجين وقد استنتج Brewbaker (1964) أن الأدلة ضعيفة لتأييد فرضية السيادة الفائقة. بينما تتوفر أدلة تؤيد نظرية السيادة كأساس وراثي لتفسير قوة الهجين (Hallaur و Miranda, 1981).

الاستفادة من قوة الهجين :

أدى النجاح الذي حصل عليها في الذرة الصفراء الى تشجيع مربى النبات الى الكشف عن وجود ومقدار قوة الهجين في العديد من الأنواع الاخرى ذات الاهمية الاقتصادية. فقد شملت الدراسات والتطبيق في الذرة البيضاء ، والبنجر السكري ، والرز ، والحنطة ، والشعير ، والشوفان ، وعباد الشمس ونباتات الخضر مثل الطماطة ، والقرنبيط والخيار ، والرقي والشجر والكلم والسيناغ واللهاة والجزر ونباتات الزينة مثل البيتونيا واليكونيا والجيرانيم ونباتات الغابات مثل الصنوبر.

وتم توضيح اهمية زيادة الحاصل في الذرة الصفراء. فقد كان معدل غلة الهكتار في الولايات المتحدة الامريكية ١٢٥٠ كغم / هـ في الفترة ١٩٢٨ - ١٩٣٢ (الفترة قبل استعمال الهجن) اما في عام ١٩٧٢ فكان المعدل ٤٨٥٠ كغم / هـ نتيجة استعمال الهجن وتحسين عمليات الانتاج وذكر ان مساهمة الهجن في هذه الزيادة بلغت ٦٠٪. على العموم فان الهجن بدون التسميد او تحسين عمليات الانتاج لن تصل الى مثل هذا الحاصل.

الهجن تزيد من الحاصل من خلال الاستعمال الكفوء لعوامل النمو وعائد اكثر لوحددة النمو من السباد والماء. تحت ظروف الشد يكون الجيل الأول متفوقاً على الآباء فضلاً عن استقرارية الاقلمة عبر مدى بيئي واسع. وقد يجمع الهجين صفات من الصعوبة جمعها بطرق اخرى خصوصاً في الهجن بين الأنواع والاجناس. كذلك يمكن الحصول على الصنف الهجين المتفوق بوقت أقل من الوقت المستغرق للصنف الاعتيادي.

من الناحية الاقتصادية فان استعمال الاصناف الهجينة اكثر كلفة. لذلك فان الزيادة في انتاجية الهجين يجب ان تغطي كلفة البذور. فضلاً عن ان تحسين تقنيات الانتاج يمكن ان يوسع استعمال الهجن وجني الفوائد منه. ان الاستعمال التجاري للهجن يعتمد ان كانت الهجن تكثر جنسياً او بطرق لاجنسية ، عادة التقنيات تختلف في المجموعتين اللتين تتطلبان طرق تربية مختلفة Burton, 1983.

References

مصادر الفصل السادس عشر

- Brewbaker, 1964. Agricultural genetics. Prentice-Hall Englewood cliffs. New Jersey pp81-85.
- Burton, G.W. 1968. Epistasis in pearl millet forage yields. Crop Sci. 8: 365-368.
- Burton, G.W. 1983. Utilization of hybrid vigor pp 89-107. In D.R. Wood (ed.) Crop Breeding Am. Soc. Agron. Madison, Wisc. U.S.A
- Davenport. C.G. 1908. Degeneration, albinism and inbreeding sci. 28: 454-455. (After Burton, 1983).
- East E.M. 1936. Heterosis. Genetics. 21: 375-397.
- Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative genetics. Longman, New York.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development vol. 1. Theory and Technique. MacMillan Publishing company New York U.S.A.
- Hallaur, A.R., and J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding-Iowa state Univ. press, Ames. Iowa. U.S.A.
- Hull, F.H. 1945. Recurrent Selection and specific combining ability in corn. J. Am. soc. Agron. 37: 134-145.
- Jones, D.F. 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. Conn. Agric. Exp. Stn. Bull. 207. (After Burton, 1983).
- Kempthorn, O. 1957. An introduction to genetic statistics. John Wiley and sons. New York. U.S.A.
- Shull, G.H. 1908. The composition of a field of maize. Am. Breeding. Assoc. Rep. 4:296-301.
- Wright, S. 1921. Systems of mating. Genetics: 111-178.
- Wright, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationships. Am. Nat.: 56: 300-338.

الفصل السابع عشر تربية الهجن والأصناف التركيبية

مقدمة

تكوين المجتمع الانعزالي الأساس

طرق التربية الداخلية لإنتاج السلالات الاصلية

تقويم أداء السلالات الاصلية

أنظمة إنتاج الهجين

العقم الذكري - السايكوبلازمي

الآباء الذكرية

الآباء الانثوية

الحفاظة على أنظمة العقم واستعادة الخصوبة

مشاكل العقم السايكوبلازمي واستعادة الخصوبة

الأصناف التركيبية

تكوين الصنف التركيبي

إنتاج البذور التجارية للصنف التركيبي

المصادر

الفصل السابع عشر

تربية الهجن والاصناف التركيبية

مقدمة :

تمثل الاصناف الهجينة نسل الجيل الأول من التزاوج بين السلالات الاصلية او كلونات او مجتمعات. الشكل الشائع للاصناف الهجينة هي الناتجة من التهجين بين اثنين او اكثر من السلالات الاصلية. ان استنباط السلالات الاصلية من المجتمع الانعزالي ينحصر في التوجيهات التالية : (١) تكوين المجتمع الانعزالي الاساسي (٢) التربية الداخلية الى مستوى مناسب من الاصلية (٣) تقويم آداء السلالات (٤) تقويم القدرة العامة على التوافق للسلالات المستنبطة (٥) تقويم السلالة في هجن تجارية (٦) تحضير بذور المرئي للسلالة الاصلية. وهناك عدد من الطرق متوفرة لكل مرحلة من مراحل الاستنباط.

تكوين المجتمع الانعزالي الاساس :

المجتمع الاساس لاستنباط السلالات النقية في المحاصيل الخلطية التلقيح هي المجتمعات الطبيعية المفتوحة التلقيح التي تطورت عن طريقة انتخابها من قبل المزارع من المجتمعات الطبيعية. هذه المجتمعات مهمة كمصدر للتغاير الوراثي في قطر المنشأ وغيرها من الاقطار ذات الظروف البيئية المتماثلة من الطرق المستخدمة : (أ) طريقة الانتخاب الكاميتي Städlér 1945, Gamete Selection لاستخدام المجتمع المفتوح التلقيح لتكوين المجتمع الانعزالي الذي يحتوي عليها تكرار عالٍ من الأفراد المرغوب فيها. (ب) اشار الى أن الافراد المتفوقة في المجتمع المفتوح التلقيح تأتي من اتحاد الكاميتات الذكرية

والانثوية المتفوقة. وإن اعتماد اتحاد كاميتين متفوقين لتكوين فرد متفوق يساوي مربع تكرار الكاميات المتفوقة. فإذا كان لدينا ١٠٪ من الكاميات المتفوقة فإننا سنحصل على ١٪ من اللاقحات (الأفراد) المتفوقة. كذلك فإن انتخاب الكاميات بدلاً من اللاقحات يزيد من احتمال التعرف على الجينات المفيدة. تشمل طريقة الانتخاب الكاميقي على اخذ عينات الكاميات من المجتمع عن طريق تهجين المجتمع مع سلالة اصيلة متقدمة elite inbred line. ويتم التعرف على الأفراد المتفوقة من التهجين عن طريق تقويم الهجن الاختبارية يمثل نسل التلقيح الذاتي من الأفراد المتفوقة المجتمع الذي يمكن استنباط السلالات النقية منه.

تتلخص طريقة تكوين المجتمع الانعزالي بما يلي :

الموسم الأول : تهجين المجتمع الانعزالي الى سلالة اصيلة. ان كل بذرة من الجيل الأول F_1 تمثل كاميتاً مختلفاً من المجتمع مع كاميات من السلالة الاصيلية.

الموسم الثاني : زراعة بذور الجيل الاول ويتم تلقيح النباتات الفردية ذاتياً وتلقيح في نفس الوقت مع صنف اختباري. يحتفظ بذور التلقيح الذاتي للهجين وهي بذور جيل ثان في المخزن للاستعمال في الموسم الرابع. تستخدم بذور التهجين الاختباري من فرد الجيل الاول لتجارب مكررة في الموسم الثالث.

الموسم الثالث : تنفيذ تجربة مكررة تشمل على نسل الهجن الاختبارية من أفراد الجيل الأول وهجن السلالة الاصيلية \times الصنف الاختباري. يتم انتخاب الافراد التي لها أداء اختباري متفوق على هجن السلالة النقية \times الصنف الاختباري.

الموسم الرابع : زراعة بذور التلقيح الذاتي من كل من افراد الجيل الاول المتفوقة التي انتجت في الموسم الثاني وهي جيل ثان F_2 ويتم استنباط السلالات الاصيلية من هذا المجتمع بالطرق الاعتيادية من هذا المجتمع.

الاصول الوراثية المطلوبة للطريقة هي (١) مجتمع انعزالي (صنف مفتوح التلقيح)
(٢) سلالة اصيلة (٣) صنف اختباري.
المميزات والمآخذ على الطريقة :

المجتمع المشتق من تهجين المجتمع \times سلالة نقية يعطي تكراراً اعلى من السلالات الاصيلية المرغوب فيها مقارنة بالتربية الداخلية للمجتمع. على العموم فإن التباين الوراثي يكون اقل من التربية الداخلية للمجتمع وذلك لكون نصف الجينات قد جاءت من سلالة اصيلة.

(ب) التهجينات بين السلالات الاصلية :

تستعمل السلالات الاصلية المستنبطة في الحصول على مجتمعات الهجن الفردية Single crosses ، الهجن الثلاثية three – way crosses والهجن الزوجية double crosses ، الهجن الرجعية back crosses والهجن المعقدة complex crosses فضلاً عن الاصناف التركيبية Synthetic cultivars. هذه المجتمعات يمكن استخدامها لاستنباط السلالات الاصلية.

ان انتخاب الآباء للحصول على المجتمع المطلوب يأخذ بنظر الاعتبار: (١) علاقات قوة الهجين بين التراكيب الوراثية المتاحة (٢) والتداخلات السايטوبلازمية – الوراثية في مجال انتاج البذور الهجين. في الحالة الاولى يعتمد أداء الهجين على كمية قوة الهجين المعبر عنها بالتهجين بين اثنين من الآباء. وتزداد هذه القوة كلما زاد التباين الوراثي بين الآباء Fehr, 1987.

أما العلاقة الوراثية السايטوبلازمية فتخص حالة انتاج الاصناف الهجينة باستخدام العقم الذكري السايטوبلازمي الوراثي حيث هناك حاجة الى سلالات نقية مناسبة مستعدة للخصوبة genes – restores (R-lines) وسلالات ذات سايטوبلازم خصب ذكري وجينات غير مسترجعة للخصوبة (B – lines) وسلالات ذات سايטوبلازم يسبب العقم الذكري (A – lines). لذلك يجب استنباط مجتمعات ثلاثة ومنفصلة لكل من السلالات الثلاث اي :

١. مجتمعات مسترجعة للخصوبة R – lines وتستعمل كذكر في عملية انتاج البذور الهجينة.
٢. مجتمع غير مسترجعة للخصوبة non-restores او B – lines حيث يحضر منها اناث عقيمة ذكرياً.
٣. مجتمع يسبب العقم الذكري A-line وهو عقيم ذكرياً وجينات غير مسترجعة للخصوبة.

(ج) المجتمعات المشتقة من الانتخاب التكراري

يمكن ان تكون المجتمعات المشتقة من الانتخاب التكراري مفيدة في استنباط السلالات الاصلية. فالسلالات التي تقيم كجزء من برنامج الانتخاب التكراري يمكن

استعمالها كآباء لتكوين مجتمع جديد ويمكن اجراء التربية الداخلية فيه لغرض استعماله في انتاج الهجن.

(٢) التربية الداخلية للمجتمع :

تستنبط السلالات الاصلية المطلوبة لانتاج الهجن عن طرق التلقيح الذاتي او تزواج الاشقاء. ويستعمل التلقيح الذاتي بصورة أوسع وذلك لكونه أسرع في الوصول الى الاصاله مقارنة بالطريقة الاخرى (شكل ١٧ - ١).

كمية التربية الداخلية المطلوبة يقرها المربي وهي مرحلة مهمة جداً في المحاصيل الخلطية التلقيح لكونها تؤثر في : (١) مقدار قوة الهجين للاب و (٢) الابقاء على التكامل الوراثي و (٣) سهولة تنظيم حقل انتاج البذور.

في المحاصيل الخلطية التلقيح فان لقوة التهجين في السلالات النقية مع مجتمع ماتتناسب عكسياً مع مقدار التربية الداخلية.

تشمل قوة السلالة على قدرتها لانتاج بذور عندما تكون اما وحبوب اللقاح عندما تكون أبا. فالانتاج الاقتصادي للبذور وخصوصاً في الهجن الفردية يعتمد بشكل خاص على قوة السلالة المستخدمة. ولذلك فان من الملائم استخدام مقدار محدود من التربية الداخلية في استنباط الآباء للانتاج التجاري.

تكن مضار التربية الداخلية المحدودة في الصعوبة الناشئة في الابقاء على التكامل الوراثي للسلالة الاصلية خلال الاجيال المتعددة من انتاج البذور فالسلالة المشتقة من النباتات خلال الاجيال المبكرة من التربية الداخلية تكون غير متجانسة بالنسبة للتجانس المظهري فضلاً عن امتلاكها تبايناً وراثياً للصفات الكمية. وعندما تزرع السلالة الاصلية غير المتجانسة لغرض انتاج البذور في بيئات مختلفة ولعدد من السنوات فان الانتخاب الطبيعي سيغير من التكوين الوراثي للسلالة. ونتيجة لذلك فان صفات مثل هذا الأب المنتج عبر عدد من السنوات في منطقتين ستكون مختلفة.

وفضلاً عن ذلك فمن الناحية العملية فان عدم تجانس السلالة النقية بسبب صعوبات في حقول انتاج البذور. فمن السهولة للاشخاص عديمي الخبرة القيام بازالة النباتات الشاذة offtype من الحقل ان كان الاب متجانساً من الناحية الوراثية مقارنة بالسلالات ذات التباين في الصفات المظهرية.

طرق التربية الداخلية لانتاج السلالات الاصلية :

تشمل الطريقة المستخدمة لاستنباط السلالات النقية على (١) طريقة النسب (٢) الطريقة البليكية (٣) طريقة الانحدار من بذرة واحدة و (٤) الاختبار في الاجيال المبكرة . يعتمد اختيار الطريقة على البيئات المتوفرة للمربي من ناحية استعمال المشاتل خارج موسم الزراعة لتقصير الوقت اللازم للاستنباط ، هذه البيئات جيدة للتربية الداخلية وليست للانتخاب عموماً استخدام طريقة تسجيل النسب او البليكية سيؤخر من عملية الاستنباط حيث لا يمكن اجراء الانتخاب خارج موسم الزراعة المعتاد. كذلك الطريقة البليكية يمكن ان تعاق باداء التراكيب الوراثية. اما في طريقة الاختبار للاجيال المبكرة فان مرحلة التقويم لا يمكن اجراؤها خارج موسم الزراعة ولكن يمكن استعمال المشتل لانتاج بذور التهجين الاختباري الضرورية للتجارب المكررة يمكن استعمال طريقة الانحدار من بذرة واحدة بصورة مؤثرة خارج موسم الزراعة لتسريع تطوير السلالات النقية. من المناسب احياناً استعمال طرق عدة لاختيار استراتيجية التربية الداخلية عندما تستعمل بيئات معينة للتربية الداخلية.

(٣) تقويم اداء السلالات الاصلية :

General Combining Ability

١- القدرة العامة على التوافق :

الهدف من برنامج استنباط الهجن هو التعرف على السلالة الجديدة والتي عند تهجينها مع عدة اباء ستنتج هجناً ذوات آداء متفوق. فان كانت المصادر المالية والارض والعمالة متوفرة بشكل غير محدود فان بالامكان الاختيار المباشر لكل سلالة جديدة بالتوافق مع أية سلالة اخرى في الصنف الهجين. على العموم هذه الناحية غير ممكنة اذا أخذنا بنظر الاعتبار العدد الكبير من الهجن الفردية الواجب اختبارها. فعلى سبيل المثال فان عدد الهجن الفردية بين (n) من الآباء يساوي :

$$n(n-1)/2$$

فان تقييم ١٠٠٠ سلالة نقية في جميع اتجاهات الهجن الفردية الممكنة سيمثل على $2 / (1000 \times 999) = 499,500$ هجيناً فردياً وهو عدد كبير جداً وغير عملي للتطبيق ، فالمرابي يجب ان يتعرف على عدد محدود من السلالات ذات القدرة الوراثية الكامنة قبل تقويمها في توافقات هجينية معينة.

تعرف قدرة التوافق بالقدرة على انتاج النسل المرغوب فيه ومن المنطق الافتراض ان اعلى قوة هجين نحصل عليه من تهجين السلالات النقية. ان قوة الهجين تعتمد على قدرة التوافق الممكن حصولها بين توافق معين للسلالات النقية.

تعد قدرة التوافق العامة (GCA) General combining ability في نسل السلالات الاصلية التي هجنت مع عدة تراكيب وراثية وتكون ناتجة بصورة رئيسة من الفعل التجميعي للجينات Additive gene action.

الخطوة الاولى في تقويم الامكانية الوراثية الكامنة للسلالات الجديدة هي التهجين الى أب مشترك (أب اختباري ذو قاعدة وراثية واسعة) لمقارنة أداء أزواج الهجن. يقال للأب المشترك بالأب الاختباري وللهجن المنتج بالهجن الاختبارية او الهجن القمية Top crosses. وحيث ان الاب الاختباري واحد لجميع السلالات الجديدة فان الاختلافات في الاداء بين الهجن يعكس الاختلافات في القدرة العامة على التوافق للسلالات. ويقال للقدرة العامة على التوافق بأنها تعين معدل أداء السلالة في التهجينات مع آباء اخرى اما القدرة الخاصة على التوافق Specific combining ability فتعبر عن أداء سلالة معينة مع أب معين وتعود الى الفعل الجيني السيادي او التفوقى او التجميعي. وكمثال اذا كانت لدينا سلالة (P1) وهجنت مع عدة آباء P2, P3, P4 فان معدل أداء الهجن $P_1 \times P_4$, $P_1 \times P_3$, $P_1 \times P_2$ ستعكس القدرة العامة على التوافق للسلالة الاولى P1. اما الاداء الخاص لاي من الهجن الثلاثة فسيعكس القدرة الخاصة على التوافق للسلالة P1 مع احد الآباء.

اما الصنف الاختباري المستعمل لتحديد القدرة العامة على التوافق ففي السنين الاولى كان اما صنفاً او مجتمعاً غير متجانس أو تهجيناً معيناً اي تكون هذه المجتمعات الاختبارية ذوات أساس وراثي عريض ، اي يمثل مجموعة من الجينات التي يمكن للسلالة ان تترافق معها بعد التهجين للآباء في سلسلة للهجن الفردية. ويعطي أداء السلالة مع هذه المجموعة من الجينات قياساً لمعدل القدرة على التوافق مع آباء اخرى.

عادة يشمل التقويم الاولى للسلالة تقييم القدرة العامة على التوافق وهو تهجينها مع السلالة المحتمل التهجين معها لانتاج الهجين التجاري. ففي الانواع التي يكون الهجين التجاري هجيناً فردياً ، فان الصنف الاختباري يكون سلالة نقية تستعمل على نطاق واسع لانتاج بذور الهجين. اما في الاصناف الثلاثية الهجين وهي شائعة في البنجر السكري فيكون الصنف الاختباري الهجين فردياً يستعمل في انتاج الصنف الاختباري.

ان استعمال الاصناف الحالية كأصناف اختبارية يعطي معلومات جيدة حول القدرة العامة للسلاطة على التوافق مع الآباء الأخرى كذلك يوفر معلومات عن القدرة الخاصة على التوافق للسلاطة مع الصنف الاختباري. وقد يظهر أيضاً ان التهجين السلاطة × الصنف الاختباري قد يعطي هجناً اختبارية مفيدة. وفي الماضي عندما كان يستعمل الصنف الاختباري ذو القاعدة الوراثية الواسعة فانه يتم تقويم القدرة العامة على التوافق فقط في السنة الأولى او السنتين ثم يتبعها اختبار القدرة الخاصة لتوافقات الهجن.

عادة يستعمل واحد او اثنين من الاصناف الاختبارية الاصلية لتقويم الدورة الأولى للقدرة العامة على التوافق بسبب ان عدد التهجينات الاختبارية تزداد بصورة مضاعفة لعدد الاصناف الاختبارية. ان تقييم ١٠٠٠ سلاطة مع صنف اختباري واحد يشمل على ١٠٠٠ هجين اختباري بينما تقييم ١٠٠٠ سلاطة مع صنفين اختباريين على ٢٠٠٠ هجين وعندما تكون الموارد محدودة فان على المرء الاختيار بين سلاطات اكثر وبدقة اقل مع صنف اختباري واحد او عدد قليل من السلاطات مع دقة اكثر لاثنين او اكثر من السلاطات.

ويتم ترحيل السلاطات ذات الأداء الجيد في التقويم الأولي الى الاختبارات التي تشمل اصنافاً اختبارية اكثر وفي النهاية يتم تقويم القدرة الخاصة على التوافق. وفي كل سنة من التقويم يتقلص عدد السلاطات ويزداد مدى تأثير اختبار السلاطات المحتفظ بها.

قياس القدرة العامة على التوافق :

لفرض احتساب تباين القدرة العامة على التوافق (σ_G^2) تطبق المعادلة التالية :

$$\sigma_G^2 = \frac{n-1}{n(n-2)} \left[\frac{(n/2 T_a - T)^2}{n(n-1)(n-2)} - \frac{E}{r} \right]$$

4

$$\begin{aligned} \sigma_G^2 &= \text{تباين القدرة العامة على التوافق} \\ n &= \text{عدد السلاطات الداخلة في الدراسة} \\ T_a &= \text{مجموع حاصل هجن السلاطة المطلوب قياس قابليتها على التوافق} \\ T &= \text{مجموع حاصل هجن جميع السلاطات} \\ E &= \text{معدل مربعات الخطأ التجريبي} \\ r &= \text{عدد المكررات} \end{aligned}$$

لتفاصيل الاحتساب انظر الساهوكي وجاعته ١٩٨٣ ص ٢٤٥

القدرة الخاصة على التوافق:

وهي المرحلة النهائية لتقويم أداء السلالة كأب في الهجن المستعملة تجارياً وكما ذكرنا فإنها تختلف عن القدرة العامة في الصنف الاختباري، حيث يستخدم صنف اختباري ذو قاعدة وراثية ضيقة في هذه الحالة لتقويم القابلية الكامنة للهجين.

تخمين أداء الهجن الثلاثية والزوجية:

من المعوقات التي تصادف تقويم مجموعة السلالات النقية من ناحية الأداء في الهجن الثلاثية والزوجية هو العدد الكبير من التوافقات الممكنة بين هذه السلالات. المعادلات التي تحدد عدد التهجينات الممكنة بين (n) من السلالات النقية هي كما يلي:

$$(1) \text{ عدد التهجينات الفردية} = \frac{n(n-1)}{2}$$

$$(2) \text{ عدد التهجينات الثلاثية} = \frac{n(n-1)(n-2)}{2}$$

$$(3) \text{ عدد التهجينات الزوجية} = \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{8}$$

.. فإذا كان لدينا ١٠ سلالات نقية يكون عدد الهجن الفردية الى (٤٥) هجيناً فردياً وعدد الهجن الزوجية (٦٣٠) وعدد الهجن الثلاثية ٣٦٠ هجيناً. أما إذا كان لدينا ٢٠ سلالة نقية فإن عدد الهجن الفردية ١٩٠ و (٣٤٢٠) هجيناً ثلاثياً و ١٤٥٣٥ هجيناً زوجياً. لذلك فإن عدد الهجن الثلاثية والزوجية كبير جداً ويجب اختزاله حتى يمكن تقويمه بشكل عملي.

وقد ذكرت طرق عدة للتقويم لخصت من قبل Jugenheimer, Eberhart, Sprague. إحدى الطرق استنبطت من قبل Jenkins في عام ١٩٣٤ لتخمين أداء الهجين الزوجي والتي تستعمل على نطاق واسع للتعرف على توافقات السلالات النقية التي يمكن تقويمها في التجارب الحقلية. تعرف الطريقة بطريقة Jenkins (B) وهي إحدى أربع طرق للتقويم.

أداء الهجين الزوجي $(P_1 \times P_2) \times (P_3 \times P_4)$ يخمن بطريقة Jenkins باتباع المعادلات الآتية:

$$(P_1 \times P_2) \times (P_3 \times P_4) = \frac{1}{4} (P_1 \times P_3) + (P_1 \times P_4) +$$

$$(P_2 \times P_3) + (P_2 \times P_4)$$

حيث أن $P_2 \times P_4, P_2 \times P_3, P_1 \times P_4, P_1 \times P_3$ هي اربع من ستة هجن فردية ممكنة بين السلالات الأربعة. ولا يؤخذ بنظر الاعتبار اثنان من الهجن الفردية الأبوية التي تشترك في انتاج الهجين المزدوج $P_2 \times P_1$ أو $P_3 \times P_4$ في صنع هذا التخمين.

ويمكن اتباع الطريقة نفسها في تخمين حاصل الهجين الثلاثي $(P_1 \times P_2) P_3$

$$(P_1 \times P_2) \times P_3 = \frac{1}{2} (P_1 \times P_3) + (P_2 \times P_3)$$

ولتوضيح استعمال هذه المعادلات افترض لدينا اربع سلالات نقية وهي: A, B, C, D، ويتم تقويم الهجن الفردية لها وتم الحصول على حاصلها (طن/ هـ) وكمايلي:

$$A \times B = 8.8 \quad B \times C = 9.2$$

$$A \times C = 8.9 \quad B \times D = 8.0$$

$$A \times D = 8.4 \quad C \times D = 8.1$$

الحاصل التخمين للهجين الزوج $(B \times D) \times (A \times C)$ يساوي:

$$\frac{1}{4} [(A \times B) + (A \times D)] + [(B \times C) + (C \times D)] =$$

$$\frac{1}{4} [8.8 + 8.4 + 9.2 + 8.1] = 8.6$$

أما الأداء التخمين للهجين الثلاثي $(A \times D) \times C$ يساوي

$$\frac{1}{2} [(A \times C) + (C \times D)] = \frac{1}{2} [8.9 + 8.1] = 8.5$$

وبعد التعرف على عدد الهجن الثلاثة أو الزوجية التي لها حاصل مخمن عال يجب تقويم هذه الهجن في تجربة حقلي وذلك لتعيين أفضل هجين. ولا ينبغي استخدام معادلات التخمين الحاجة الى التقويم الحقلي للهجن الثلاثة أو الزوجية ولكنها تساعد على اختزال العدد الكلي الواجب تقويمه وليس هذا هو التقويم الوحيد للهجن، فهناك عدة تقنيات اقترحت لتقويم حاصل الهجن لتوفير الوقت والجهد والمال مثل قياس النشاط الفسيولوجي للمايتوكوندرية في الهجين في مرحلة البادرات. حيث تم الحصول على أدلة تشير الى كون نشاط المايتوكوندرية للهجن أعلى من السلالات النقية الأبوية في كل من الذرة والشعير ويتم الاقتراح استعمال قياس هذا النشاط كتخمين لقوة الهجين دون زراعة النباتات حتى النضج. كما اجريت مراجعة أجراها Bratt and Flavell (1977) في امكانية قياس النشاط الفسيولوجي للمايتوكوندرية في البنجر السكري والحنطة والذرة الصفراء والشعير انه يمكن قياس النشاط في بعض الحالات ولكن هناك صعوبة في برهنة العلاقة بين النشاط الفسيولوجي والحاصل في عدد كبير من الهجن. ورغم وجود تغيرات كبيرة في نظام الكيمياء الحياتية الا ان هناك حاجة ملحة لاستعمال القدرة الكامنة لهذا التكيف في اجراء التخمينات.

أنظمة انتاج الهجن:

بعد اثبات الفائدة الاقتصادية لقوة الهجين فقد تطور وتوسع علم وتكنولوجيا انتاج بذور الهجن وأصبحت اعمال انتاج البذور الهجينة اقتصادية حيث تباع بأسعار مجزية وفي الوقت نفسه يستطيع ان يشتريها المزارع. هناك عدد من أنظمة انتاج الهجن سنتطرق اليها في الفقرات الآتية:

١- الهجن التي تنتج يدويا:

يمكن اجراء عملية التهجين يدويا في الذرة الصفراء حيث يسمح الشكل المورفولوجي للنبات باجراء عملية الاختصاص بسهولة قبل التزهير ببساطة بسحب أو كسر النورة الذكورية Tassel. تجري عملية ازالة النورة الذكورية Detasseling عادة في الصيف وتتطلب العملية عدداً كبيراً من العمال ويمكن استعمال بعض الآلات الخاصة. تحصد البذور من السطور التي ازيلت نوراتها الذكورية ويمكن الحصول على كمية كبيرة من البذور.

يحتاج هذا النظام الى : (١) عملية العزل بحيث يتم التخلص من حبوب اللقاح الغريبة (٢) عمل كثير لازالة النورات الذكورية والحفاظة على النبات من الأذى الذي يجب اجراءه تحت اشراف كامل على الحقل. يجري العزل عادة عن طريق ترك مسافة عازلة بين الحقول او احاطة منطقة الزراعة بالأب النقي بحيث يبقى مصدر نقي لحبوب اللقاح. وحيث ان ازالة النورات الذكورية لاتتم في اليوم نفسه فانه من الواجب تكرار العمليات ، واذا كان الحقل مبتلا لايمكن استعمال الآلات ويجب عملها يدويا.

طريقة الزراعة :

تزرع سطور عدة من نبات الانثى ثم عدد من السطور الذكورية ثم عدد من سطور الانثى وهكذا. وقد يكون هناك نظام ٦ سطور انثى ثم ٢ سطر للذكر ثم ٦ سطور انثى. ويعتمد ذلك على قوة النبات الذكر وغزارة انتاج حبوب اللقاح. عند الحصاد تحصد سطور الانثى بعد ازالة السطور الذكورية بقلعها أو كسرها حتى يتم الحصول على البذور الهجينة.

شجعت احتياجات العمل الكبيرة الى تنشيط الأبحاث التي تخفض تكاليف انتاج البذور الهجينة. أما في المحاصيل ذات العائد العالي والاحتياج الى كمية قليلة من البذور للزراعة مثل الطماطة وأغلب نباتات الزينة فان التلقيح اليدوي لايزال يستعمل. اما في المحاصيل الاخرى التي يتم السعي فيها لاستنباط الهجن فالاتجاه السائد هو استعمال طرق تقلل التكاليف مثل العقم الذكري باشكاله المختلفة والذي سنتطرق اليه في الفقرات الالية :

العقم الذكري - السايوبلازمي : Cytoplasmic Male Sterility

وهي احدى العمليات التقنية المستعملة للسيطرة على التلقيحات بنظام يجعل النبات غير فعال ذكريا وانه يجب ان يكون بالامكان عكس النظام عند الرغبة بالحصول على الكاميئات الذكورية. ويجب ان نذكر ان الفائدة الاقتصادية لبعض الأنواع لاتعتمد على انتاج البذور منها ، فالجيل الأول في البصل يرغب بالبصلة وليست البذور وفي الجيل الأول للبنجر السكري هناك رغبة في الحصول على الجذور ونسبة السكر فيها ، وفي البيتونيا هناك رغبة في الازهار. أما الحبوب . فان الهدف هو انتاجها من البذور

يستخدم نظام العقم الذكري - السايوبلازمي على نطاق واسع في نظام انتاج الهجن. فمن المعروف أن الخلية تتكون من مكونين رئيسيين وهما النواة والسايوبلازم وتقع

في السايٲوبلازم بعض المورثات التي تحكم الخصوبة الذكرية. عند الاخصاب تقدم الانثى الكاميت الانثوي وجسيع السايٲوبلازم من خلال البيضة. ويقدم الذكر نواة احادية من دون سايٲوبلازم في الغالب ومعنى هذا انتقال سايٲوبلازم الانثى من جيل لآخر. في التهجين التالي:

P	♀ A	X	B ♂	—
		↓		
F ₁	50 %	A : 50 %	B	النواة
	100 %	A : 0 %	B	السايٲوبلازم
P	♂ A	X	B ♀	ب—
		↓		
F ₁	50 %	A : 50 %	B	النواة
	0 %	A : 100 %	B	السايٲوبلازم

المعلومات الموجودة في السايٲوبلازم والتي تؤثر في المظهر الخارجي تنتقل عن طريق الانثى. ويمكن نقل سايٲوبلازم معين من جيل بعد آخر باستعمال نفس الانثى الحاملة جيلاً بعد آخر وتم اثبات التداخل بين الجينات والسايٲوبلازم على الكامينات الذكرية في اواخر عام ١٩٣٠ في البصل. حيث ان وجود آليل متنح (ms) في سايٲوبلازم معين (عقيم) يسبب انتاج زهرة ذكرية غير فعالة (عقيمة ذكرياً) ولكنه في سايٲوبلازم آخر لا يظهر تأثيره (خصب ذكرياً). يحتوي هذا النظام على القدرة الكامنة لانتاج البذور الهجينة دون تلقيح يدوي (شكل ١٧-١). ويتم اكثار السلالة العقيمة ذكرياً وتدعى بالسلالة (A) بالتلقيح مع تركيب وراثي مماثل في سايٲوبلازم خصب تدعى بالسلالة (B). نحصل على هجين الجيل الاول من تلقيح السلالة الذكرية-العقيمة مع سلالة نقية ذات سايٲوبلازم خصب وذات قدرة توافق جيدة مع السلالة العقيمة.

وقد فتح العمل الرائد في البصل الباب للبحث واستعمال العقم في انواع اخرى كاستخدام العقم السايٲوبلازمي المتداخل مع اثنين من الأليالات المتنحية في نفس الوقت تقريباً لانتاج البنجر السكري الهجين. ولا يعرف السبب الفسيولوجي للعقم الذكري بصورة مؤكدة ولكن شذوذ تكوين حبوب اللقاح وعملية تطورها أدتا الى تكوين كامينات ذكرية غير فعالة. وقد لوحظ في العديد من الانواع:

(١) تمزق النظام الوعائي للمتك (٢) غياب المنشأ في حبة اللقاح و (٣) صعوبات في الانقسامات النووية في حبة اللقاح. وقد تمت البرهنة في الثلاثينات على امكانية

استخدام العقم الذكري السايٲوبلازمي في الذرة الصفراء. وحيث ان الذرة محصول يعتمد انتاجيته بصورة أكيدة على انتاج البذور في قيمته الاقتصادية لذا هناك ضرورة لايجاد ميكانكية للتغلب على العقم في الجيل الأول وانتاج نباتات ذكرية خصبة في هذا الجيل وبدون ذلك فان الهجين العقيم ذكريا لايغطي بذورا سوى القليل الذي قد يبيئي نتيجة التلقيح لحبوب لقاح غريبة من الحقول المجاورة. لذلك فان طرق استنباط السلالات النقية الذكرية تختلف عن تلك المستخدمة لاستنباط السلالات الانثوية

الآباء الذكرية : Male Parents

كما ذكرنا فان الأب الذكر لهجين مايجب ان يكون خصباً ذكريا. وفي المحاصيل التي يكون انتاجها التجاري بذورا فان الأب الذكر يجب ان يحتوي على جينات تنتج الخصب الذكري في الهجين الناتج . وعند انتاج هجين خصب ذكريا فيقال للأب الذكر بأنه مستعيد للخصوبة (R – line) restorer وتعرف الجينات النووية السائدة المسؤولة عن خصوبة الهجين الناتج بالجينات المستعيدة للخصوبة restorer genes هناك ثلاث جينات سائدة في النواة تتغلب على العقم الذكري السايٲوبلازمي في سايٲوبلازم تكساس Taxas (T) وسايٲوبلازم USDA(S) هذه الجينات هي : RF_1 , RF_2 , RF_3 وهذه جينات تنعزل انعزالاً مستقلاً. للنبات العقيم ذكرياً سايٲوبلازم عقيم وأليلات متنحية في الوقت الجيني rf أليلات RF_1 , RF_2 مكملاً أحدهما للآخر ويجب ان يوجد كلاهما معاً لانتاج الخصب الذكري الكامل في سايٲوبلازم تكساس (T) وإن وجود احدهما دون الآخر يقود الى خصوبة جزئية . اما الجين Rf_3 فهو جين سائد ويستعيد الخصوبة في سايٲوبلازم (S) .

يجب تقويم السلالة المستعيدة للخصوبة (A – Line) في قدرتها على انتاج هجن خصبة ذكريا (القدرة على الاستعادة فضلا عن قدرتها على التوافق. ويتم اجراء هذا الاختبار بتهجين السلالة (R) الى صنف اختباري عقيم ذكريا. ان خصوبة الهجين الاختباري تحدّد القدرة على استعادة الخصوبة . ويمكن اجراء تقويم استعادة الخصوبة والقدرة على التوافق عند أي مستوى من التربية الداخلية (Fehr, 1987).

الآباء الانثوية : Female parents

يقال للآباء الانثوية التي لها سايٲوبلازم يسبب عقم حبوب اللقاح ولها اليلات متنحية لعدم استعادة الخصب لها القدرة على العمل في السايٲوبلازم بالسلالة (A) هذه

السلالة لا تستطيع اكتثار نفسها لذلك يجب استنباط سلالة مماثلة في التركيب الوراثي للسلالة (A) ولها سايتوبلازم اعتيادي وأليلات غير مسترجعة تدعى بسلالة (B) أو O سلالة (O) ، وبصورة ملازمة لاستنباط السلالة (A) .

يبدأ المرابي بمجتمع ذي نباتات خصبة ذكرياً لها سايتوبلازم اعتيادي واليالات غير مسترجعة للخصوبة . ويجب القيام

(١) بالتربية الداخلية لهذا المجتمع .

(٢) إيجاد القدرة على التوافق للتركيب الوراثية .

(٣) استنباط السلالات (A) و (B) للاصول النقية المتفوقة .

وفي محصول مثل الذرة يمكن انتاج البذور الهجينة مباشرة عن طريق التلقيح الاصطناعي ويمكن القيام بالتربية الداخلية عن طريق التلقيح الذاتي . وتحديد القدرة على التوافق لسلالة (B) الخصبة ذكرياً بالتهجين اليدوي الى صنف اختباري مسترجع للخصوبة (R-line) وعند إيجاد السلالة (B) المفيدة في الهجين التجاري فان بالامكان ايجاد السلالة (A) عن طريق التهجين الرجعي . هذه الطريقة غير عملية في المحاصيل التي لايمكن انتاج البذور الاختبارية بكمية كافية لتقويم القدرة على التوافق مثل محصول الذرة البيضاء .

وفي المحاصيل التي لايمكن انتاج البذور الاختبارية عن طريق التهجين الاصطناعي فانه يجب ان تحول السلالة (B) جزئياً الى شكلها العقيم ذكرياً (سلالة A) لتسمح باجراء التهجينات الاختبارية سلالة A) × سلالة (R) ، او احداث العقم الذكري اصطناعياً في سلالة (B) باستعمال سبل كيميائية او طبيعية لانتاج بذور الهجن الاختبارية للسلالة (B) × السلالة (R) .

وعند ضرورة تحويل سلالات (B) الى سلالات (A) لانتاج البذور الاختبارية الهجينة ، فان بالامكان التربية الداخلية والانتخاب لسلالات B لذاتها ، وتزامن عملية تحويلها لسلالة عقيمة سايتوبلازمياً والاختيار للقدرة العامة على التوافق . ويمكن توضيح ذلك في استنباط السلالات النقية A و B للذرة البيضاء ، وفي الطريقة التالية يشمل جميع الهجن الاختبارية والتهجينات الرجعية على استعمال الآباء الانثوية والتي لها عقم ذكري سايتوبلازمي .

جدول ١٧ - ١ : استنباط A و B في الذرة البيضاء .

الموسم الاول : زراعة نباتات الجيل الثاني تحت ظروف انتشار المسبب المرضي وانتخاب النباتات المرغوب فيها . تعد النبات ملقحة ذاتياً بصورة طبيعية رغم امكانية حصول بعض التلقيح الخلطي المحدود .

الموسم الثاني : زراعة نسل الجيل الثالث المنتخب في الموسم الأول بالقرب من الأب ذي العقم الذكري السايكوبلازمي (cms) يتعخب سلالات $F_{2:3}$ المرغوب فيها ثم يتم تهجين النباتات المنتخبة بصورة فردية الى الأب ذي العقم الذكري السايكوبلازمي (cms) . يتم حصاد بذور الجيل الرابع والأول الملقحة ذاتياً لكل نبات في الجيل الثالث .

الموسم الثالث : زراعة كل من نسل الجيل الأول العقيم ذكرياً F_1 cms والجيل الرابع F_4 لكل من نسل نبات الجيل الثالث المنتخب في خطوط متجاورة . ويتم اجراء التالي :

آ - تهجين ثلاثة نباتات من الجيل الرابع لكل سطر منتخب مع الجيل الأول العقيم ذكرياً F_1 cms للحصول على بذور التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$. ويتم حصاد بذور الجيل الخامس الملقحة ذاتياً . وبذور التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$ لكل نبات في الجيل الرابع بصورة منفصلة للاستمرار بعملية التربية الداخلية والانتخاب والتهجين الرجعي في الموسم الرابع .

ب - تهجين اثنين من نباتات الجيل الأول العقيمة ذكرياً F_1 cms الى صنف اختباري مسترجع للخصوبة R-line واستعمال بذور الهجين الاختباري لتقويم السلالة من حيث القدرة العامة على التوافق في الموسم الرابع .

ج - تغطي خمس من نباتات الجيل الأول بأكياس لتحديد ان كان لديها اي خصوبة ذاتية . فاذا كان للجيل الأول خصوبة ذاتية فإنه يجب اهمال السلالة بسبب عدم امكانية قبولها كسلالة محافظة maintainer line أي ان نسل التهجين بين سلالة (A) × سلالة (B) لا تكون كاملة الخصوبة كما هو مطلوب في الأب الانثى لانتاج البذور الهجين .

الموسم الرابع

(آ) يزرع نسل الجيل الاول الرجعي $BC_1F_1 - cms$ والجيل الخامس لكل من نباتات الجيل الرابع المنتخبة في سطور متجاورة. تهجن ثلاثة نباتات من الجيل الخامس في السطر المنتخب مع الجيل الرجعي الأول العقيم $BC_1F_1 - cms$ المجاور لغرض انتاج الجيل الرجعي الثاني BC_2F_1 . تحصد بذور الجيل السادس الملقحة ذاتياً وبذور BC_2F_1 للاستمرار بالتربية الداخلية والانتخاب والتهجين الرجعي في الموسم الخامس.

(ب) تهجن اثنين من النباتات $BC_1F_1 - cms$ الى صنف اختباري مسترجع للخصوبة $R - line$ يختلف عن ذلك المستعمل في الموسم الثالث، تستخدم بذور التهجين الاختباري لتقويم القدرة العامة على التوافق للسلالة في الموسم الخامس.

(ج) تكيس خمس نباتات من التهجين الرجعي الأول BC_1F_1 لتقويم الخصوبة الذاتية.

(د) تقويم الهجن الاختبارية $cms F_1 \times R - line$ للحصول وغيرها من الصفات المهمة في اختبارات مكررة. تهمل السلالات الضعيفة وتشمل التهجين الرجعي وتحضر بذور التهجين الرجعي والأصيلة في الموسم الرابع.

يستمر العمل بنفس الطريقة في الموسم الرابع حتى الجيل الرجعي الخامس BC_5 . وفي كل موسم يستعمل سلالة مسترجعة للخصوبة $R - line$ لتقويم القدرة العامة للخصوبة. تطلق الآباء الانثوية المتفوقة (بذور BC_5 للسلالة $A - line$ وبذور F_5 للسلالة B) للاستعمال التجاري لانتاج البذور الهجينة (Fehr, 1987).

تحسين السلالات النقية عن طريق التهجين الرجعي :

يستعمل التهجين الرجعي على نطاق واسع لتحويل سلالات (B) الى سلالات (A) ولتحسين السلالات الأصيلة ونقل جينات الصفات الكوية. احدى طرق التهجين الرجعي وهي طريقة التحسين الدجمي convergent improvement وهي طريقة تحسين أداء السلالات النقية التي هي آباء الهجين التجاري. الصفات الأساسية للطريقة استخدام كل من السلالتين النقيتين للهجين المفرد كآباء واهبة كل منها للآخر في برنامج التهجين الرجعي والانتخاب. وقد افترض (Richey, 1927) استخدام هذه الطريقة لتحسين الآباء دون التقليل من أداء الهجين.

ولتوضيح الطريقة نفرض لدينا ٤ سلالات نقية استعملت لانتاج الهجين المزدوج وهو $(P_1 \times P_2) \times (P_3 \times P_4)$. بالنسبة لطريقة التحسين الدجي يكون الآباء P_1 و P_2 واهبة كل منها للآخر والآباء P_3 و P_4 تكون الآباء الواهبة المقابلة. وفي المثال التالي برنامج لتحسين الأب (P_1) ولكن يمكن تطبيقه لتحسين بقية السلالات بنفس الطريقة (Fehr, 1987).

الموسم الأول : تهجين $P_2 \times P_1$ للحصول على الجيل الأول F_1 .

الموسم الثاني : القيام بالتهجين الرجعي لنباتات الجيل الأول $(P_2 \times P_1)$ الى P_1 للحصول على $BC_1 F_1$.

الموسم الثالث : زراعة نباتات التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$ وتلقيح ذاتياً. تنتخب النباتات المرغوب فيها من هذا الجيل وتحصد فردياً (تعطي هذه بذور $BC_1 F_2$).

الموسم الرابع : زراعة نسل الجيل الرجعي الأول $(BC_1 F_2)$ في سطور منفصلة ، ثم يتم التهجين الرجعي للنباتات المرغوب فيها ضمن وبين السطور الى الأب P_1 لاعطاء بذور التهجين الرجعي الثاني $BC_2 F_1$ يحافظ على بذور $BC_2 F_1$ من كل نبات $BC_1 F_2$ بشكل منفصل.

الموسم الخامس : تنمية نسل جيل التهجين الرجعي الثاني $BC_2 F_1$ في سطور منفصلة. ثم انتخاب النباتات المرغوب فيها وتهجينها رجعياً الى الأب P_1 للحصول على بذور $BC_3 F_1$. يحافظ على بذور التهجين الرجعي الثالث من كل نبات $BC_2 F_1$ بصورة منفصلة (عدد الأجيال الرجعية يمكن ان يكون أكثر ولكن في هذا المثال سنقتصر على ثلاث تهجينات رجعية).

الموسم السادس : زراعة بذور $BC_3 F_1$ في سطور منفصلة. يتم التلقيح الذاتي للنباتات المرغوب فيها وتحصد البذور من كل نبات $BC_3 F_1$ منتخب بشكل منفصل (تعطي $BC_3 F_2$).

الموسم السابع : زراعة أنسال $BC_3 F_2$ في سطور منفصلة وتلقيح ذاتيا النباتات المرغوب فيها تحصد البذور من كل نبات $BC_3 F_2$ بشكل منفصل لتعطي بذور $BC_3 F_3$.

الموسم الثامن: زراعة أنسال BC_3F_3 المشتقة من نباتات BC_3F_2 (BC₃F_{2,3}) في سطور منفصلة. يتم التلقيح الذاتي للنباتات المرغوب فيها والتلقيح الى الأب (P_2) للحصول على $P_1^* \times P_2$. يرمز P_1^* الى السلالة P_1 المحسنة في الوقت نفسه نحصل على بذور $P_2 \times P_1$.

الموسم التاسع: مقارنة $P_1^* \times P_2$ الذي يشمل مختلف السلالات المشتقة من BC_3F_2 من التهجين الأصلي $P_1 \times P_2$. تحمل السلالات المشتقة التي يكون أداؤها مساوياً أو أفضل من الهجين الأصلي $P_1 \times P_2$ على P_1 في عملية انتاج البذر الهجين.

في برنامج التحسين الدجي يركز على انتخاب الأليلات السائدة بسبب كونها تعبر عن نفسها في أجيال التهجين الرجعي. يتطلب التعرف على الجينات المنتخبة اجراء اختبار نسل. كذلك يمكن الانتخاب لتحسين الصفات الحقلية والتجانس لأكثر من جيلين للتلقيح الذاتي.

انتاج بذور المربي:

يمكن الحصول على بذور المربي للسلالات النقية عن طريق انتخاب النباتات الفردية أو تقويم النسل وقد تشمل التلقيح الذاتي أو تزاوج الاشقاء.

المحافظة على أنظمة العقم واستعادة الخصوبة:

تعد المحافظة على هذه الأنظمة جزءاً مستقلاً من برنامج التربية. ففي البصل، يحافظ على السلالة (A) العقيمة ذكورياً وذلك بتلقيحه مع السلالة (B) الذي يماثله في التركيبة الوراثية ولكنه دوسايتوبلازم يحمل عامل الخصوبة ولا توجد جينات مسترجعة للخصوبة. تستعمل السلالة (A) في انتاج الهجين دون ازالة النورة الذكورية. هناك سلالة ثالثة وهي السلالة المسترجعة للخصوبة R – line تحتوي على الجينات المستعيدة للخصوبة اما في السايتوبلازم العقم أو الخصب فتستعمل هذه السلالة كذكر لتلقيح السلالة (A) لغرض انتاج الهجين.

لا تؤثر أنظمة العقم والجينات المسترجعة للخصوبة في أساسيات برنامج التربية وتضاف الصفة عادة الى السلالات النقية بعد ايجاد قدرتها على التوافق. تنقل كل من جينات العقم الذكري وجينات استعادة الخصوبة من سلالة الى اخرى عن طريق التهجين الرجعي. تنقل صفة العقم السايتوبلازمي عن طريق تهجينات باستعمال مصدر سايتوبلازم العقم كأم. ويمكن نقل الجينات المسترجعة للخصوبة عن طريق التهجين

الرجعي بالطريقة الاعتيادية ولكن يجب اجراء التهجين الاختباري الى سلالة عقيمة ذكورية للتأكد من وجود الجينات المسترجعة للخصوبة.

بعد تحويل مكونات بذور الهجين الى نباتات عقيمة ذكورية ونباتات مسترجعة للخصوبة يمكن استعمالها بعدة طرق:

١- في الهجين المفرد: تلقح السلالة النقية جدا والعقيمة ذكوريا مع سلالة نقية تحتوي على الجينات المسترجعة للخصوبة. وبذلك يكون الهجين الناتج خصبا ذكوريا بصورة كاملة بسبب وجود الأليل السائد في كل موقع جيني. يلاحظ في الجيل الثاني (F_2) ان هناك مدى من العقم الكامل الى الخصوبة نتيجة لانعزال الجينات المسترجعة للخصوبة.

٢- في الهجين المزدوج: يمكن ادخال نظام العقم بعدة طرق: هناك حاجة معينة لازالة النورات الذكورية detasseling حيث من الصعوبة ان يكون كل الهجن المفردة حاملة لجينات العقم الذكري في نفس الوقت الذي يكون الهجين المزدوج حامل لجينات استعادة الخصوبة بشكل خليط في جميع المواقع الجينية. الاسلوب الشائع هو انتاج هجن عقيمة ذكوريا ثم خلطها مع كمية صغيرة مع ذكر منتج لحبوب اللقاح ومثابه للتركيب الوراثي وهذا مناسب لظروف حقول المزارع وبغض النظر عن تغاير العمليات فان العقم الذكري خفض من تكاليف انتاج البذور وذلك بالتغلب على احتياجات العمل الكبيرة لعملية ازالة النورات الذكورية. وبسبب صفة احادية المسكن monoecious للترهير في الذرة فانه يمكن اجراء عملية الخصي يدويا ولكن لاتزال تنتج كمية كبيرة من الحاصل على أساس اقتصادي.

٣- في المحاصيل الذاتية التلقيح يكون استعمال العقم الذكري اجباريا اذا أريد الحصول على قوة الهجين وذلك لاستحالة الحصول على الجيل الأول F_1 اقتصاديا. والذرة البيضاء مثال جيد. وقد أدى اكتشاف العقم الذكري ونظام استرجاع الخصوبة في الذرة البيضاء الى تطوير صناعة هجن الذرة البيضاء والتي تحتل اليوم أكثر من ٩٠٪ من المساحة المزروعة في الولايات المتحدة في الوقت الحاضر.

وفي الخطة تحظى باهتمام واسع حيث تستخدم العقم الذكري وجينات استعادة الخصوبة في تطوير هجن الخطة. في نظام انتاج الخطة الهجين حيث تزرع السلالة النقية العقيمة بشكل أشرطة بين الخطوط الملقحة. تحصد بذور الهجين F_1 من على السلالة العقيمة ذكوريا بصورة منفصلة عن الملقح. ويمكن استعمال هذا النظام في برنامج المحافظة

على السلالات B,A المتداخلة. وقد وجد العقم الذكري السايٲوبلازمي في عدد من الأنواع الاخرى ويشمل على الباقلاء والقطن والكتان والتبغ والبيوتونيا والفلفل الأحمر والطماطة والجزر والرز وغيرها من الحشائش.

مشاكل العقم السايٲوبلازمي واستعادة الخصوبة:

مكيانيكية العقم الذكري السايٲوبلازمي حساسة للظروف البيئية. فقد تعكس حالة العقم واستعادة الخصوبة في حالات معينة وكمثال قد تكون السلالة العقيمة ذكريا عقيمة بشكل تام في احدى الحالات ولكن لها خصب جزئي ذاتي في بيئة ثانية.

وبالمثل يكون استرجاع الخصوبة تاما في بيئة معينة وجزئيا في بيئة ثانية. يظهر أن الظروف البيئية من حرارة وفترة ضوئية، رطوبة القدرة على التداخل مع مكيانيكية العقم واسترجاع الخصوبة التي تؤدي مستويات متغيرة للنفاذية والتعبيرية للصفة ويؤدي فشل النظام الى نتائج خطيرة. فعلى سبيل المثال زراعة مكونات الجيل الأول في بيئة تشجع على حصول فشل صغير من العقم فانه ينتج نسبة واطئة من البذور عن طريق التلقيح الذاتي وليس عن طريق التلقيح الخلطي مع مسترجع للخصوبة.

الأصناف التركيبية

Synthetic Varieties

يتكون الصنف التركيبي من مجموعة من السلالات النقية او مجموعة من السلالات الخضرية او مجموعة من التراكيب الوراثية التي سبق انتخابها على أساس قدرتها على التوافق. ومن خواص الصنف التركيبي الآتي:

- ١- سبق اختيار مكوناته على أساس القدرة على التوافق.
- ٢- الاحتفاظ بالمكونات لاحتمال اعادة تكوين الصنف التركيبي في المستقبل.
- ٣- السماح بالتزاوج العشوائي بين مجموعة التراكيب الوراثية الداخلة في تكوين الصنف التركيب.
- ٤- امكانية استخدامه لعدة سنوات من قبل المزارع.

وقد استخدمت الطريقة في الذرة الصفراء في العراق مثل الأصناف التركيبية نيلوم، ٥٠١ و ١٠٥. كما تستخدم في محاصيل العلف الأخضر كالجث، والبنجر السكري والذرة الشامية. يتميز الصنف التركيبي عن الأصناف المستنبطة عن طريق الانتخاب الاجمالي في كونه يتكون من تراكيب وراثية سبق وان تم اختبار قدرتها على التوافق فيما في الانتخاب الاجمالي يكون الانتخاب على أساس الشكل الظاهري دون اجراء أي اختبار سواء عن طريق اختبار النسل أو اختبار القدرة على التوافق. ان الهدف من اختبار القدرة على التوافق في الصنف التركيبي هو التأكد من أن التراكيب الوراثية التي سيتكون منها الصنف تكون لها قدرة عالية على اعطاء انتاج عالٍ عندما تهجن مع بعضها البعض بالتلقيح المفتوح اثناء زراعتها.

تكوين الصنف التركيبي :

تقدر القدرة على التوافق في الصنف التركيبي باجراء التهجين القمي Top cross لصنف اختبار له مجال واسع من التباين الوراثي (كأن يكون صنف مفتوح التلقيح أو صنف تركيبي. فعلى سبيل المثال تهجين ١٠٠ - ١٥٠ سلالة نقية من صنف مفتوح التلقيح، ينتخب منها ١٠٪ من السلالات على أساس قدرتها على التوافق أي : ١٠ - ١٥ سلالة (هذه تكون الجيل الأساس S_0).

يتكون الصنف التركيبي من خلط كميات متساوية من التقاوى الناتجة من كل تهجين من التهجينات الفردية الممكن اجرائها بين السلالات المنتخبة على أساس قدرتها العامة على التوافق. فعلى سبيل المثال لو كانت لدينا اربع سلالات A ، B ، C ، D فان هناك ستة هجن فردية بين هذه السلالات وهي AXB ، AXC ، AXD ، BXC ، BXD ، CXD . تخلط كميات متساوية من بذور هذه الهجن لتكون نواة الصنف التركيبي الأول (S_1) الجيل الثاني من الصنف التركيبي S_2 ، الثالث S_3 والرابع S_4 . يستعمل الصنف التركيبي من الناحية التجارية لعدة أجيال عادة في الأجيال S_2 ، S_3 ، و S_4 لذلك فان الحاصل وسلوك الصنف من جيل لآخر من الامور المهمة التي يجب الأخذ بها بنظر الاعتبار. فليس كافيا ان يكون الصنف التركيبي متفوقا في الجيل الأول S_1 ويتدهور في الأجيال التالية.

ومن مميزات الصنف التركيبي مقارنة بالهجن الفردية والزوجية :

١ - كلف انتاج بذور الصنف التركيبي أقل بكثير من الهجن الفردية والزوجية ويعود ذلك

الى امكانية استخدامه لعدة أجيال ويقترح من ذلك امكانية الاستعاضة عن صنف الهجين عندما تكون الكلفة عالية جدا للصنف الهجين (٢) يمكن الاستعاضة عن الصنف الهجين بالصنف التركيبي في الاراضي الحدية حيث ان الصنف التركيبي اساس وراثي واسع يتيح له أقلمة أفضل من الصنف الهجين المحدود (٣) بإمكان المرء إعادة تكوين الصنف التركيبي في أي وقت ولذلك يجب المحافظة على مكوناته بشكل سلالات خضرية Clone أو سلالات ذاتية التلقيح أو ناتجة عن تزاوج الاشقاء (٤) يستخدم في المحاصيل التي يصعب فيها الحصول على أصناف هجين لعدم امكانية التحكم في التلقيح أو (٥) في حالة المحاصيل التي لا يناسب التركيب الزهري عملية انتاج الهجين مثل محاصيل العلف الاخضر.

يمكن المحافظة على الصنف التركيبي أطول فترة ممكنة باجراء الانتخاب الاجالي للحيلولة دون تدهوره. اما اذا وصل الى درجة كبيرة من التدهور فيعاد تركيبه من السلالات الأصلية التي تحتفظ بها المحطة بشكل حي (تزرع باستمرار كل سنة كما هي). من ناحية الحاصل لا تتفوق الأصناف التركيبية في المحصول على الأصناف الهجينة سواء كانت فردية أو زوجية الا انها تعطي حاصلًا أفضل من المحاصيل المفتوحة التلقيح والتي أعطت السلالات النقية التي تكون الصنف التركيبي الشكل ١٧ - ١ يوضح خطوات انتاج الصنف التركيبي.

تخمين حاصل الاصناف التركيبية :

من خلال المعلومات عن وراثة المجتمعات ، يشير قانون هاردي - واينبرغ - Hardy - Wemnberg Law يصل المجتمع الى حالة اتزان لأي موقع جيني بعد جيل واحد تحت ظروف التزاوج العشوائي دون انتخاب أو هجرة أو طفرة. وفي الأصناف الهجينة المشتق من التهجين بين السلالات النقية يكون : (١) يقل حاصل وقوة مجتمع الجيل الثاني مقارنة بالجيل الأول (٢) يكون حاصل وقوة المجتمع في الجيل الثالث والأجيال التالية مشابهة للجيل الثاني (٣) التهجينات بين الأجيال الأولى (هجن فردية) المناسبة تعطي هجنا زوجية (اي مجتمع S_2) سيكون مساويا تقريبا في أدائه للجيل الأول (٤) في الأجيال التالية للهجن المزدوجة سينتقص حاصلها ولكن ليس بدرجة نقصان حاصل الجيل الأول ومن الناحية الوراثية فان الاصناف التركيبية الناتجة من السلالات النقية هي امتداد للهجن الزوجية (Briggs and Konwles, 1967)



خطوة 1

اختيار ١٠٠-٣٠٠ سلالة نقية أوكلون تقيم لمدة سنة
الى ستين اختيار أفضل ٢٥-٥٠ لغرض اختبار
الهجن المتعددة

5	2	10	6	5	4	1	8	7	3
5	7	1	3	7	8	2	10	4	6
8	4	7	6	7	10	1	5	3	2
10	6	3	8	2	5	7	9	1	4

خطوة 2

تزرع ٢٥-٥٠ سلالة أوكلون في تجربة مقارنة مكررة
٤-١٠ مكررات الهدف الحصول على تلقيح عشوائي
كامل. تخلط بذور كلا سلالة من جميع المكررات على
حدة وتدعى ببذور الهجين المتعددة

خطوة 3

4	9	1	7	5	10	2	8	6	3
10	3	2	6	4	3	1	9	7	5

نضم بذور كل سلالة مع أصناف مقارنة أخرى في تجربة
مقارنة أصناف في موقع أو موقعين انتخاب المتفوق مثل
2، 5، 8 و 9

خطوة 4

9	5	2	6	8
6	8	9	5	2
5	2	6	8	9

تزرع البذور الاجالية من كل من السلالات 2، 5،
6، 8 و 9 من الخطوة 2 في بلوك التهجينات يدعى
هذا Syn0 وتخصد البذور بشكل اجالي

الخطوة 5



اكتار البذور من الخطوة 4 لتصبح بشكل صنف
تركبي Syn1

شكل ١٧-١. خطوات استنباط الصنف التركيبي باستعمال إختيار الهجن المتعددة. في حالة المحاصيل المعرة فإن كل خطوة
تأخذ أكثر من سنة. عادة يتم تقيم الصنف التركيبي بشكل Syn2 و Syn3 مع اصناف تجارية أخرى (عن Briggs and Knowles ، 1967) pp 259.

طريقة رايت

Wright

استنبط Wright (1922) معادلة لتخمين الاداء المتوقع في الجيل الثاني للصف التركبي المكون من عدد من السلالات الأصلية لمعادلة كما يلي :

$$F_2 = F_1 - \frac{(F_1 - P)}{n} \quad \dots (17-1)$$

حيث :

F_2 = معدل حاصل الجيل الثاني المتوقع

F_1 = معدل حاصل الأجيال الأولى للهجن من جميع التوافقات

P = معدل حاصل السلالات النقية الداخلة في الصف

n = عدد السلالات الداخلة في تكوين الصف

تشير هذه المعادلة الى امكانية تحسين حاصل الجيل الثاني للصف التركبي عن طريق تحسين القدرة على التوافق في الجيل الأول وزيادة عدد الآباء (n) ، كذلك تحسين أداء الآباء . على العموم من الصعوبة المحافظة على قيم جيدة للآباء والجيل الاول عند زيادة عدد الآباء .

طريقة بوسبايس :

Busbice method

استنبط Busbice و Gurgis (1976) معادلات تخمين حاصل الصف التركبي التي يمكن استعمالها في الانواع رباعية المجموعة الكروموسومية autopolyploid تتطلب الحسابات بيانات عن أداء نسل التلقيح الذاتي فضلاً عن أداء الكلونات او نسل الهجن المتعددة والفردية . وقد وجد ان تخمين حاصل الصف التركبي تعطي نتائج ذات تلائم أكثر مع النتائج الملاحظة Fehr, 1987 . وقد حور Busbice 1970 معادلة Wright بادخال معامل التربية الداخلية فاصبحت المعادلة :

$$Y_t = Y_o + \left(\frac{F_o - F_1}{F_o - F_1} \right) (Y_1 - Y_o)$$

حيث :

Y_t = حاصل الصف التركبي في جيل معين

Y_o = حاصل السلالات الداخلة في تركيب الصف

F_o = معامل التلقيح الذاتي للآباء (في حالة كون الآباء سلالات نقية فتكون قيمة المعامل ١٠٠٪) .

F_1 = معامل التلقيح الذاتي للهجن الفردية (يعد صفراً٪) .

Ft = معامل التلقيح الذاتي في الجيل (t)
 Y_1 = حاصل الهجن الفردية (Syn 1) المكونة للصفة التركيبي.
لمزيد من التفاصيل انظر (الساهوكي وجماعته ، ١٩٨٣).

يتأثر أداء الصنف التركيبي بمستوى التربية الداخلية وهذا العامل تتأثر بذوره بعدد الآباء المستعملة في تكوين الصنف التركيبي ، درجة التربية الداخلية والعلاقة بين الآباء ، مستوى التضاعف في النوع وتكرار التلقيح الذاتي خلال اجيال التزاوج العشوائي عدد الآباء في الصنف التركيبي من (٢) الى اكثر من (١٠٠) اب. تتناقص درجة التربية الداخلية في الصنف التركيبي بزيادة عدد الآباء المتباعدة والداخلية في الصنف وقد أشار Busbice وجماعته 1972 الى ان استعمال اكثر من (١٦) أباً له فائدة قليلة. وذلك لان زيادة العدد يجعل من قياس القدرة على التوافق والتعرف على الآباء ذات الأداء الجيد صعباً. وفي حالة استخدام آباء قريبة من بعضها البعض او أن علاقاتها غير معروفة فينصح باستخدام أكثر من ١٦ أباً.

انتاج البذور التجارية للصفة التركيبي :

تستعمل ثلاث فئات من بذور الصنف التركيبي وهي بذور المربي ، بذور الاساس والبذور المعتمدة.

Breeder seeds

١. بذور المربي :

تمثل بذور المربي مصدر جميع الفئات الاخرى من البذور وتمثل هذه البذور الجيل التركيبي الاول S_1 او الثاني S_2 . ويمكن المحافظة على كميات مناسبة من بذور المربي عن طريق اعادة التركيب المنتظم او المحافظة على كميات مناسبة من بذور المربي الاولى في التخزين طيلة حياة الصنف والطريقة الاخيرة تلائم الانواع المعمرة بسبب امكانية انتاج بذور الاساس لعدة سنوات من النباتات الناشئة عن بذور المربي. ومن الممكن المحافظة على بذور المربي في التخزين لغرض الزراعة الدورية للحصول على بذور الاساس.

في المحاصيل المعمرة يمكن حصاد بذور المربي بحصاد الصنف من الحقل لاكثر من سنة. ففي الجث من المعتاد حصاد بذور المربي لستين من الحقل. عادة يحدد عدد سنوات الانتاج بسبب ان النباتات التي تكونت نتيجة انفراط البذور قبل او خلال الحصاد يمكن ان تسبب تلوث البذور الاصلية.

Foundation Seed

٢. بذور الاساس :

وهي البذور الناتجة من التلقيح المفتوح للنباتات الناتجة من بذور المرابي. وفي بعض الاحيان يمكن حذف مرحلة بذور الاساس وتباع البذور بشكل بذور معتمدة. عدد السنوات ايضاً محدود. ففي الجت ثلاث الى خمس سنوات. وبعض الاحيان يمكن وضع البذور في المخزن طيلة فترة حياة الصنف واستخدامها للحصول على البذور المعتمدة.

Certified seed

البذور المعتمدة :

وهي البذور المحصودة من النباتات الناشئة من بذور الاساس. وهي الفئة الاكثر استعمالاً في الزراعة التجارية احياناً تباع البذور المحصودة من نباتات بذور المرابي كبذور معتمدة بدلاً من بذور الاساس. وفي بعض الحالات تستخدم البذور المعتمدة لانتاج دورة اخرى من البذور المعتمدة. ان عدد السنوات التي يمكن حصاد البذور المعتمدة من نباتات الصنف يكون محدوداً. ففي الجث يكون خمس سنوات لانتاج البذور من نباتات بذور الاساس.

References

مصادر الفصل السابع عشر

- الساهاوكي ، مدحت ، حميد جلوب علي ومحمد غفار. ١٩٨٣. تربية وتحسين النبات. كلية الزراعة / جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / الجمهورية العراقية.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant Breeding. Reinhold Publishing corporation pp. 251-259.
- Barratt, D.H. P., and R.B. Flavell. 1977. Mitochondrial complementation and grain yield in hybrid wheat. *Ann Bot.* 41: 1333-1343.
- Busbice, T.H. 1969. Inbreeding in Synthetic varieties. *Crop sci.* 9: 601-604.
- Busbice, T.H. 1970. Predicting yield of synthetic varieties. *Crop sci.* 10: 365-269
- Busbice, T.H., R.R. Hill, Jr. and H.L. Carnahan. 1972. Genetics and breeding procedures. In C.H. Hanson (ed). *Alfalfa Science and technology*. American Soc. of Agronomy, Madison, Wis. U.S.A.
- Busbice, T.H. and R.Y. Gurgis. 1976. Evaluation parents and predicting performance of synthetic alfalfa varieties. ARS-S-130. U.S. Department of Agriculture June, 1976.
- Fehr, W.R. 1987. principles of Cultivar Development Vol. 1. Theory and Techniques. MacMillan Pub. Co. New York U.S.A. pp 429.
- Jenkins, M.T. 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in Corn. *J. Am. Soc. Agron.* 26: 199-204.
- Jugenheimer, R.W. 1976. Corn: improvement, seed production and uses. John wiley and sons. New York, U.S.A.
- McDaniel, R.G., and I.V. Sarkissian. 1966. Heterosis: Complementation by mitochondria. *Science* 152: 1640-1642.
- Richey, F.D. 1927. The convergent improvement of Selfed lines of corn. *Am. Nat.* 61:430-449.
- Sprague, G.F., and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding pp. 305-362 In G.F. Sprague (ed.) *Corn and Corn improvement*. Am. Soc. Agron. Madison, Wisc. U.S.A.
- Stadler, L.J. 1945. Gametic selection in Corn breeding *Maize Genet. Coop. Newsletter* 19: 33-40.
- Wright, Harold. 1980. Commercial hybrid seed production. pp 161-176. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds). *Hybridization of Crop plants* Americal Society of Agronomy, Madison, Wisc. U.S.A.

الفصل الثامن عشر تربية المحاصيل التي تتكاثر خضرياً

مقدمة

الادخال

الانتخاب الكلوني

التهجين

التهجين الرجعي

الانتخاب التكراري

التهجين بين الأنواع

التلقيح الذاتي للصنف

التزاوجات بين الآباء الاصلية جزئياً

تقويم النباتات الفردية

الاكثار التجاري

المصادر

الفصل الثامن عشر

تربية المحاصيل الخضرية التكاثر

مقدمة :

يستعمل الاكثار الخضري في الانواع التي تنتج كمية صغيرة جداً من البذور او تنتج البذور تحت ظروف خاصة ، بعض المحاصيل تكثر بصورة لاجنسية او خضرية مثل القصب السكري ، وبعض انواع الحشائش مثل حشيشة برمودا bermuda grass وحشيشة باهيا Bahiagrass. عادة تكون هذه المحاصيل على درجة عالية من الخلط الوراثي وذلك لعدم تعرضها للتلقيح الذاتي والتربية الداخلية. تتضمن طرق تربية هذه المحاصيل : (أ) الادخال (ب) الانتخاب الكلوني و (ج) التهجين.

Introduction

(أ) الادخال :

تستخدم طريقة الادخال في تربية المحاصيل التي تتكاثر خضرياً بنفس طريقة الادخال في المحاصيل التي تتكاثر بصورة جنسية. ويمكن زراعة الكلونات بشكل مباشر كصنف جديد او استخدامه في برامج التهجينات. من الضروري زراعة الكلونات المدخلة تحت الحجر الزراعي لمنع دخول الحشرات او الآفات المرضية ، كما في الاجراءات المتخذة في العراق لمنع دخول الحمضيات من حوض البحر الابيض المتوسط خوفاً من انتشار الذبابة البيضاء في مزارع البرتقال في العراق. يمكن اختزال مثل هذه الاخطار بادخال البذور بدلاً من الكلونات ان كانت متوفرة. ومن المحاصيل التي ادخلت الى العراق القصب السكري والذي انشأت مزارع متخصصة في محافظة ميسان لزراعة القصب السكري التي عملت على ادخال اصناف من الهند.

Clonal Selection

(ب) الانتخاب الكلوني :

في المحاصيل التي تتكاثر بصورة لاجنسية يمكن اكثار التراكيب الوراثية المختلفة بشكل كلونات. ويمكن ممارسة الانتخاب الكلوني في المجتمع المتباين وراثياً في الانواع التي تتكاثر بشكل لاجنسي. ويمكن عزل الكلونات المتفوقة من هذه المجتمعات. عادة يستند الانتخاب على الشكل الظاهري ثم تتم المحافظة عليه بالاكثار الخضري. يعتمد مدى التقدم من هذا الانتخاب على عزل افضل التراكيب الوراثية الموجودة في المجتمع. هناك فرصة ضئيلة للتحسين الوراثي في الصنف الذي يتكاثر بصورة خضرية تماماً، وذلك لان الاكثار الخضري يبق على التركيب الوراثي دون تغيير مالم تحصل طفرات برعمية *bud sports* او الشايمير *Chimeras*، الموزائيك الوراثي *genetic mosaics*. عادة تحصل الطفرات المفيدة من هذا النوع بتكرار واطي جداً. يمكن زيادة تكرار مثل هذه الطفرات باستعمال المواد المطفرة.

Hybridization

(ج) التهجين :

يمكن حصول الاتحادات الجديدة فقط من خلال الاكثار الجنسي. رغم ان بعض انواع المحاصيل تتكاثر خضرياً ولكن من الضروري وجود شكل من اشكال التكاثر الجنسي لاستحداث التباين الوراثي من خلال الاتحادات الجديدة للجينات. ان التهجين بين الكلونات ذات الصفات المتفوقة يساعد في استحداث مثل هذه المجتمعات المتباينة وراثياً. يستخدم النسل المهجين مصدراً لانتخاب كلونات جديدة. وحيث ان الكلونات الابوية تكون خليطة عادة فان ذلك يؤدي الى حصول انعزالات في الجيل الاول للهجين ولذلك يمكن ان يكون كل نبات في الجيل الاول مصدراً الى كلون جديد. واذا لم يجد المرئي اتحادات جديدة معينة فان بالامكان اعادة التهجينات او اجراء تهجينات جديدة. من النادر اجراء التلقيح الذاتي للجيل الاول للحصول على الجيل الثاني للهجن وذلك لان التلقيح الذاتي سيقود الى انخفاض قوة النمو وهذه صفة غير مرغوب فيها *Poehlman, 1983*.

يتم اكثار النباتات المتفوقة خضرياً للحصول على كلون جديد. ويمكن اختبار حاصل الكلون او صفاته الاخرى في اختبارات مكررة. ويمكن المحافظة على الاصلية الوراثية بالاكثار الخضري للنباتات ويمكن زراعة عدد كبير من الاصناف والسلالات معاً في المشتل.

خطوات الطريقة :

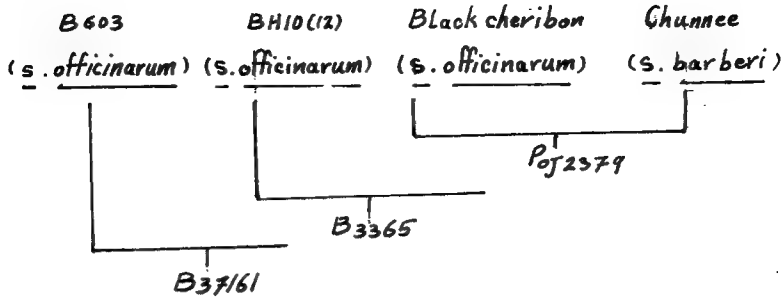
- (١) انتخاب الآباء المرغوبة فيها الصفات التي تتكامل في صفاتها الانتاجية والمقاومة للأمراض. القيام بإجراء التهجين بين الأبوين والحصول على بذور الجيل الأول.
- (٢) زراعة بذور الجيل الأول في البيت الزجاجي للحصول على بادرات الجيل الأول التي يتم نقلها إلى سنادين بمعدل نبات واحد لكل سندان. وقد تنقل إلى الحقل لزراعتها على مسافات معينة لاختبار المقاومة للأمراض والصفات الانتاجية.
- (٣) استنباط كلون من كل نبات منتخب والذي يشمل على عدة نباتات تزرع في لوح صغير. يتم الانتخاب بين الكلونات للصفات المرغوب فيها.
- (٤) زراعة الكلونات المنتخبة من الخطوة السابقة في الواح أكبر وانتخاب الكلونات المتميزة.
- (٥) ادخال الكلونات المنتخبة من الخطوة السابقة في تجربة مقارنة الحاصل المكررة لعدة مرات. تنتخب الكلونات ذات الحاصل العالي.
- (٦) تكرار تجارب المقارنة من ٣ - ٥ سنوات وفي عدة مواقع لتحديد الكلون المتفوق الذي يطلق عليه اسم ويوزع كصنف جديد بعد اكثاره على مستوى تجاري.
- (٧) اكثار الصنف الجديد للمستوى التجاري لتوزيعه على المزارعين كصنف جديد.

(٤) التهجين الرجعي :

يمكن استعمال طريقة التهجين الرجعي المحورة لاستنباط مجتمع يحوي صفة مرغوب فيها فضلاً عن الصفات الأخرى للصنف المستعمل (شكل ١٨ - ١). لا يمكن استعادة التركيب الوراثي للصنف الخليط باتباع طريقة التهجين الرجعي الاعتيادية بسبب كون النسل الاصيل المواقع ينتج من التزاوج بين النسل الرجعي الخليط والاب الرجعي الخليط. ويمكن ان ينتج عن الاصاله انخفاض غير مرغوب فيه في قوة الهجين.

يمكن تخوير طريقة التهجين الرجعي الاعتيادية باستعمال مختلف الاصناف المرغوب فيها لكل تهجين رجعي (شكل ١٨ - ١). والنتيجة النهائية تكون مجتمعاً خليطاً يحتوي على افراد ذات صفات مرغوب فيها من الآباء الرجعية للآباء الواهة.

ويتم التعرف على الافراد المتفوقة من المجتمع واكثارها خضرياً.



شكل ١٨ - ١. تطوير أصناف القصب السكري من خلال التهجين بين الأنواع (عن (Stevenson, 1950))

(٥) الانتخاب التكراري :

يمكن استخدام طرق الانتخاب التكراري المستخدمة في الأنواع التي تتكاثر جنسياً في تحسين المجتمع الذي يتكاثر خضرياً. الطريقة الاعتيادية المستعملة هي الانتخاب التكراري المظهري. بعد تحسين المجتمع المحسن يمكن انتخاب الافراد ذات الصفات المحسنة واستخدامها بشكل مباشر كأصناف محسنة.

(٦) التهجين بين الانواع :

تشمل الهجن الناتجة من التزاوج بين الكلونات الخليطة للأنواع المختلفة ، مجتمعات انعزالية يمكن انتخاب الافراد المتفوقة منها. يمكن استخدام التهجين الرجعي المحور لنقل صفات مرغوب فيها الى المجتمع الانعزالي من النوع الذي لا يمكن استخدامه بشكل فعال في التزاوج بين ابوين.

استخدم التهجين بين الانواع على نطاق واسع في تربية القصب السكري. وتم الحصول على الاصناف الحديثة من التهجين بين انواع القصب السكري *Saccharum officinarum* و *S. spontaneum* و *S. barberi*. وقد جمعت هذه التزاوجات بين المحتوى العالي للسكر للنوع *S. officinarum* مع المقاومة للأمراض ، المقاومة للبرودة وقوة النمو للنوعين *S. barberi* و *S. spontaneum* (Fehr, 1987).

(٧) التلقيح الذاتي للصف :

الصف الذي يكثر خضرياً يكون متجانساً بسبب تماثل التركيب الوراثي للنباتات بغياب الطفرة. ويكون هذا المجتمع على درجة عالية من الخلط الوراثي heterozygosity ويمكن ان يؤدي التلقيح الذاتي الى مجتمع انعزالي يمكن استخدامه لغرض الانتخاب. وبصورة عامة لا يستخدم التلقيح الذاتي لتكوين المجتمع بسبب انخفاض قوة النمو نتيجة التربية الداخلية التي ترافق الاصاله التي تحدد من انعزالات الصف.

(٨) التزاوجات بين الآباء الأصلية جزئياً :

تم استنباط أصناف من التزاوجات بين أفراد بدرجات متفاوتة للتربية الداخلية. ويتبع المفهوم نفسه في استنباط الأصناف التي تكثر بالبذور. ويتم تأصيل أفراد من المجتمع الانعزالي وممارسة الانتخاب بين السلالات الاصلية ثم اجراء التهجينات بين السلالات الاصلية وتقويم هجن الجيل الأول. ويمكن اكثار الهجن المتفوقة عن طريق الكلونات واستخدامها اصنافاً مباشرة.

تقويم النباتات الفردية :

يمكن اجراء تقويم النباتات الفردية على أساس النبات الفردي للوح الكلوني .. غير المكرر أو الاختبار المكرر وبسبب اكثار الكلون المتفوق خضرياً لايحتاج المرء الى تقويم التركيب الوراثي للفرد من خلال طرق تقويم النسل.

ويشمل تقويم الكلونات تقويم مستوى التكاثر اللاجنسي في أصناف التكاثر العذري من نوع apomictic cultivar. ففي هذه الحالة من الضروري التكاثر الجنسي للحصول على الاتحادات الجديدة للمجتمع ولكن تؤخذ بنظر الاعتبار الانعزالات التي تتكاثر عن طريق الاكثار العذري apomixis كاصناف كامنة. ويمكن اجراء الاختبارات السايولوجية لتحديد منوال التكاثر للفرد (Bashaw, 1980). تقود اختبارات النسل للأفراد من التكاثر العذري الى مجموعة من النباتات المتجانسة ، بينما التي تنتج من التكاثر الجنسي تقود الى نسل انعزالي.

يمكن تقويم القابلية الوراثية للكلونات كنباتات فردية أو في لوح كلوني . الانتخاب الفردي للنباتات مفيد في حالة الصفات ذات قوة التوريث العالية التي لاتتأثر بالظروف البيئية . ان استعمال الواح الكلونات غير المكررة والمكررة ضروري للصفات الكمية ذات قوة التوريث المتوسطة الى الضعيفة.

وكمثال على نموذج انتخابي لنوع يكثر خضرًا أورده (Martin 1978) وهو محصول البطاطا. يتم الحصول على البذور من التهجين الاصطناعي أو الطبيعي وتزرع في حقل موبوء بالمسبب المرضي للجرب *Streptomyces scabies* تحصد الدرنات على النباتات بشكل إجمالي دون الإشارة إلى النبات الأصلي الذي نشأت منه. ثم تجرى عملية تقويم متدرجة للتعرف على الدرنات المتفوقة وكما يأتي :

١. غسل الدرنات وإمرارها في حمام ملحي ويتم إهمال الدرنات ذات الوزن النوعي المنخفض أو ذات تشققات للنمو أو تشوهات أو فيها بقع الجرب.
٢. تخزين الدرنات المرغوب فيها على مشبكات بدرجة حرارة ١٠ - ١٥ م ورطوبة نسبية منخفضة ويتم التخلص من الدرنات ذات قابلية التخزن المنخفضة وهذا هو اختبار التخزن.
٣. تقطع الدرنات التي اجتازت اختبار التخزن وتهمل الدرنات التي بها تلف داخلي. هذا وقد اعتمد شدة الانتخاب المستعملة لتقويم التجربة على عدد الدرنات المنتجة على النباتات النامية من البذرة وعلى العدد الذي يمكن العمل معه في كل مرحلة من مراحل الغرلة. وكان الهدف انتخاب ٥٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ درنة لزراعة الموسم التالي في الحقل. وقد أشار Martin إلى استعمال اختبار الكلون لتقويم الدرنات المنتجة (كلون) كصنف.

إن حجم الألواح والمسافات والطرق الزراعية تكون خاصة لكل محصول عند استعمال التقويم الكلوني. وقد أشار (Burtim 1947) (عن Fehr, 1987) إلى عدة طرق تقويم كلونات حشيشة برمودا bermuda grass لاستنباط الصنف Coastal. فقد انتخب ١٢٨ نباتاً من أصل ٥٠٠٠ نبات مزروعة في الحقل واستعمل اختبارات الكلون لتقويم المنتخبات وكما يلي :

الخطوة الأولى : زراعة الكلونات من ١٢٨ بادرة في ثلاث مكررات في سنادين في البيت الزجاجي والتقويم لعدة صفات.

الخطوة الثانية : زراعة نباتات كل سندان في وسط لوح بمساحة ١,٢ × ٧,٣ م في الحقل. وهناك ثلاثة سنادين لكل كلون من البيت الزجاجي كذلك هناك ثلاث مكررات

لكل كلون في الحقل. تنتشر النباتات الموجودة في المركز عن طريق المدادات حتى تغطية كامل مساحة الرح. وتم تقويم الصفات المهمة للنوع على أساس اللوح ولدة ٨ سنوات.

الخطوة الثالثة: وبعد سنتين من تقويم الألواح من الخطوة الثانية. يزرع اثنان من التجارب الجديدة. تستعمل الأجزاء الخضرية لزراعة الألواح.

أ- زراعة خمسة من أفضل الكلونات في مكررين في ألواح بمساحة ٢٤٠٥ م^٢. تقويم الألواح للحاصل والتكوين الكيماوي بوجود الأسمدة وعدمها.

ب- زراعة تسع كلونات في مكررين بمساحة ٩,١ × ١٨,٢ م لاغراض الرعي. وتحدد درجة استساغة كل كلون بملاحظة أفضلية الرعي من قبل الإبقار.

الخطوة الرابعة: وبعد سنتين من تكوين الألواح في الخطوة الثالثة، تزرع تسع كلونات في ألواح بمساحة ١,٨ × ٥,٥ م بأربعة مكررات وتقوم الألواح في الاستجابة للرعي المتكرر عن طريق القطع بآلة الحش mower.

الاكثار التجاري :

أحدى الاهتمامات الرئيسة في الاكثار الخضرى للصنف هو منع التلوث بالكائنات المرضية وإزالة الشوارد الممكن نشوؤها عن طريق الطفرة. الإصابة بالفايروسات أحد الاهتمامات الخاصة في العديد من الأنواع خصوصا البطاطا وقسم انشاء مشاتل خاصة لانتاج نباتات خالية من الفايروس.

بالنسبة للانتاج التجاري للأنواع ذات التكاثر العذري الإجباري obligate apomicts يكون الاهتمام الرئيس منع الخلط الميكانيكي للبذور مع بذور أصناف أخرى خلال الحصاد. ان غياب التكاثر الجنسي يزيل الحاجة الى عزل الحقل لمنع التلقيح الخلطي.

أما في الأصناف ذات التكاثر العذري الاختياري facultative apomicts فان لها بعضا من عدم التجانس الذي يحصل نتيجة حصول نسبة صغيرة من التكاثر الجنسي. لذا يجب على المربي بيان الصفات المضبوطة ومدى التباين في صفات الصنف المستنبت. يمكن للظروف البيئية أن تؤثر في منوال التكاثر ولذلك يجب تحديد التباين الوراثي تحت ظروف الانتاج التجاري للبذور.

References

مصادر الفصل الثامن عشر

- Bashaw, E.C. 1980. Apomixis and its application for crop improvement. pp 45 — 63. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds.). Hybridization of crop plants. American soc. Agron. Madison, Wisc. U.S.A.
- Burton, G.W. 1947 Breeding bermuda grass for south — eastern united states. J.Am. Soc. Agron. 39: 551 — 569.
- Martin, M.W. 1978. Use of mass selection in early stag of potato breeding. Am. Pot. J. 55: 386.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field crops (2nd — ed.) Avi publishing Company, INC. Westport, Connecticut U.S.A.
- Stevenson, G.C. 1965. Genetics and Breeding Sugarcane. Longmans, Green and Co. London.
- Taliaferro, C.M., and E.C. Bashaw. 1966. Inheritance and control of obligate apomixis in breeding buffelgrass, *pennisetum cilar*. Crop sci. 6: 473 — 476.
- Warner, J.N. 1953. The evolution of a philosophy on sugarcane breeding in Hawaii. Haw — plt. Rec. 54: 139 — 162.

الفصل التاسع عشر التربية لمقاومة الآفات

مقدمة

فوائد استخدام الأصناف المقاومة للآفات

أشكال المقاومة الوراثية

تأريخ المقاومة للأمراض

تأريخ المقاومة للحشرات

التداخل الوراثي بين النباتات والآفة

آليات المقاومة للأمراض

ميكانيكية المقاومة للحشرات

المقاومة المضادة

التربية للمقاومة المتخصصة

كيفية التقليل من المتغيرات في الضروب المرضية

استقرارية السلالات المرضية السائدة.

منع نشوء السلالات المرضية الجديدة

التربية للمقاومة العامة

مستقبل المقاومة للآفات

المصادر

الفصل التاسع عشر التربية لمقاومة الآفات

مقدمة :

تعد المقاومة للآفات من أمراض وحشرات هدف مهم جداً في استنباط الاصناف . فقد استعملت الاصناف المقاومة بصورة فعالة للسيطرة على الأمراض والنباتود والحشرات . وان المقاومة الوراثية في النباتات يمكن عدها شكلا رئيسا من أشكال السيطرة على الآفات .

يتطلب استنباط الاصناف المقاومة الآخذ بنظر الاعتبار التباين الوراثي سواء في الآفة او في النبات .

وقد وجد ان المقاومة في العديد من الاصناف قد فقدت بعد فترة قصيرة من الوقت ويعود ذلك الى ظهور تراكيب وراثية جديدة للمسبب المرضي والتي يكون الصنف حساسا لها . ان التربية لغرض السيطرة على الآفات تكون فعالة أكثر عندما يتعاون كل من علماء الحقل ومرمي النبات وعالم الوراثة وعلماء الأمراض النباتية والحشرات في برنامج التربية . تدمج المقاومة للأمراض والحشرات في الاصناف الجديدة او الهجن وهذه الاصناف تدمج وتتكامل في الزراعة .

ويشمل تطوير الاصناف المقاومة على الاخذ بنظر الاعتبار التباين الوراثي لكل من المسبب المرضي والعائل . لذلك تعد الدراسات الوراثية والحياتية لتداخلات النبات مع الآفة واستخدامها في تربية الاصناف المقاومة من أهم التحديات في عالم اليوم حيث ان تجهيز معظم الغذاء والألياف في العالم يعتمد على نمو محاصيل مقاومة للأمراض .

وان المقاومة في العديد من الاصناف تكون مؤثرة لفترة قصيرة من الوقت بسبب ظهور تراكيب وراثية جديدة من المسببات المرضية التي يكون الصنف لها حساسا . لذلك فأن اطالة الاشكال المختلفة من المقاومة الوراثية من اهم الاعتبارات في التربية للمقاومة للآفات الزراعية .

فوائد استخدام الأصناف المقاومة للآفات :

تعد مقاومة العائل من الطرق المثالية للسيطرة على الآفات وذلك للابقاء على الحاصل وغيره من الصفات المرغوب فيها في المحصول . وهي من أرخص السبل وليس لها أضرار بيئية جانبية ولايحتاج المزارع الى فعل عمل اضافي لغرض السيطرة على المرض . ويبقى الصنف المقاوم جاهزا بصورة دائمية لمقاومة المرض عند ظهوره ولايضيف تكاليف انتاج او اتخاذ قرارات معينة عن موعد المكافحة خلال موسم الزراعة .

وعندما تكون المقاومة في المحصول غير كافية يجبر المزارع على استخدام طرق اخرى للسيطرة على الآفة والا سيتعرض الى الخسائر . ففي بعض الحالات يختار المزارع أصنافاً ذات مقاومة جزئية للآفة ثم يستخدم المبيدات الكيميائية او يتبع عمليات مقاومة اخرى . ان استخدام المبيدات موثر في الأصناف الحساسة ولكن فائدته تكون معدومة الاصناف المقاومة .

أشكال المقاومة الوراثية :

يمكن ان تكون المقاومة للآفات اما صفة نوعية qualitative أو كمية quantitative وتعتبر نوعية عندما يتحكم بالمقاومة وبشكل مؤثر جين أو عدد قليل من الجينات التي تؤدي الى فئات متميزة من النباتات المقاومة والحساسة . أما في حالة صفة المقاومة الكمية فهي المقاومة التي تعطي تباينا مستمرا بين التراكيب الوراثية . يقال للمقاومة التي تورث بشكل صفة نوعية بالمقاومة العمودية أو المتخصصة Vertical Resistance أما التي تورث بشكل كمي فهي المقاومة الحقلية Field أو العامة general أو الأفقية Horizontal أو غير المتخصصة non specific .

تعين المقاومة العمودية جينات رئيسة تسيطر على سلالات معينة من المسبب المرضي . ويمكن التعرف على أليلات الجين الرئيس بشكل مباشر ونقله من تركيب وراثي لآخر . كذلك يمكن تخمين انغزال الجين على أساس التركيب الوراثي للآباء والهجين . ويمكن

معرفة وتحديد وجود الأليل من تعرض نبات معين أو نسله الى سلالة معينة من المسبب المرضي.

من المساوي الرئيسية في المقاومة العمودية هو حساسية المقاومة للسلاسل الجديدة من المسبب المرضي. فعندما يتعرض صنف حامل لجين رئيس للمقاومة الى مجتمع من المسبب المرضي المتغاير وراثيا فمن المحتمل ان يكون حساسا الى واحد أو أكثر من السلالات. توجد هذه السلالات بتكرارات واطئة ضمن المجتمع ولا تسبب ضرراً يمكن قياسه في الصنف. ولكن استمرار استعمال الصنف يمكن ان يقود الى زيادة في تكرار السلالة يكون حساسا لها وعندها يتعرض النبات الى اصابة اقتصادية عند زراعة الصنف.

تحدد المقاومة العامة بوجود أليلات لعدة مواقع جينية لكل منها تأثير صغير. تكن فائدة المقاومة العامة في قدرتها على السيطرة ولعدة ضروب في مجتمع المسبب المرضي. وسيصعب على السلالات الجديدة للمسبب المرضي ان يتغلب على وجود الأليلات للمقاومة ولعدة مواقع جينية. أما مساوئها فهي صعوبة نقلها من تركيب وراثي آخر. ويمكن التعرف على الأليلات المفردة في الأب ولذلك لا يمكن تخمين تكرار الأفراد المرغوب فيها في نسل الهجين. ان احتمال نقل جميع أليلات المقاومة من النبات المقاوم الى الحساس يكون واطئاً عندما يزداد عدد الأليلات.

تاريخ المقاومة للأمراض :

لا يعرف متى بدأت عمليات التربية للمقاومة للآفات. ولكن من دون شك قام الانسان القديم بانتخاب النباتات المقاومة للآفات بعد قيامه باستئناس النباتات قبل عشرة آلاف سنة مضت وقد أشارت الملاحظات المسجلة على تغاير المحاصيل في تفاعلها للأمراض ويرجع تاريخها الى ثيوفراستس Theophrastus (371 - 286 ق. م) وقد لاحظ T.A. knight وهو مربى نبات انكليزي في النصف الأول من القرن التاسع عشر المقاومة للصدأ في الحنطة. وقد بدأت برامج تربية البطاطا لمقاومة مرض اللبحة المتأخرة Late blight بعد عام 1851. وفي فرنسا بدأت برنامج لمقاومة مرض البياض الزغبي downy mildew على العنب في عام 1878.

وقبل عام 1900 لم يؤخذ بنظر الاعتبار ان المقاومة للأمراض صفة مستقرة على وفق مقياس مسيطر عليه. فعلى سبيل المثال عندما يكون الصنف مقاوما للصدأ في بريطانيا لا يحتفظ بمقاومته عند زراعته في استراليا أو الهند وهذا يشبط من عزيمة مربى النبات في وضع

برامج واسعة بهدف التربية للمقاومة للأمراض . ويجب ان نذكر انه لم تعرف في ذلك الوقت أهمية صفات العدوى المتخصصة specific virulance وعدم الإصابة avirulence للاصناف المقاومة Hooker, 1983 .

وفي حوالي ١٩٠٠ حصل على نجاحات في وراثة وتربية المقاومة للأمراض . وكان أول دليل على ان صفة المقاومة تورث أورده Biffen في كامبردج - بريطانيا . فبعد وقت قصير من اعادة اكتشاف قوانين مندل ، نشر Biffen (٣) عام ١٩٠٥ نتائج تهجين لصنف الحنطة Rivet المقاوم لمرض الصدأ الأصفر مع الصنف الحساس جدا للمرض وهو صنف Michigan Bronze . وقد ذكر انزال الجين المتنحي للمقاومة في كل من الاجيال ٢ والثاني والثالث . وفي الولايات المتحدة حقق عدة عاملين نجاحات بارزة في السيطرة على أمراض الذبول الفيوزاري Fusarium wilt الذي ينتقل في التربة ولعدة محاصيل مثل القطن ، والرقي ، والبراليا ، والكتان ، والبطاطة ، واللبانة وكانت هذه المحاصيل مقاومة اينما زرعت . ومثال آخر على النجاح في انتخاب نباتات في البنجر السكري مقاومة لمرض تجعد القمة Curly top والانثراكنوز anthracnose في البرسيم .

تاريخ المقاومة للحشرات :

تعود معرفة النباتات المقاومة للحشرات الى حوالي ١٠٠ سنة . فالسيطرة على حشرة العنب المسماة grape louse في عام ١٨٧٢ في أوربا كانت من ادخال أصول مقاومة من امريكا الشمالية . وقبل ذلك الوقت حوالي عام ١٨٣١ لوحظ مقاومة التفاح صنف Winter Majestic للمن القطني Woolly apple aphid . وقد بقيت هذه المصادر المقاومة في العنب والتفاح فعالة لحد الآن . وقد لوحظت المقاومة لذبابة هيشيان Hessian fly في الحنطة في حوالي عام ١٨٧٥ . ومن الدراسات الاولى عند توريث المقاومة للحشرات أجريت عام ١٩١٦ و ١٩١٧ والتي شملت المقاومة لحشرات black scale و leafblister mite في القطن . وفي حوالي نفس الفترة بدأت الدراسات الوراثية لعلاقة العائل بالحشرة في الحنطة - ذبابة هيشيان وقد توفرت أصناف الحنطة المقاومة لذبابة هيشيان في جميع المناطق الرئيسة في الولايات المتحدة . كذلك توفرت أصناف حنطة مقاومة لذبابة الساق المشارية stem sawfly في المناطق الشمالية من الولايات المتحدة وكندا . وفي جنوب أفريقيا تم الحصول على قطن مقاوم للجراد leaf hopper وأمكن زراعة القطن من دون الحاجة الى استعمال المبيدات الحشرية . وتتوفر أصناف من الذرة الصفراء المقاومة لحشرة ثاقب الذرة الأوروبي European corn borer ودودة عرنوص الذرة

cornearworm . وتوجد الآن أصناف من الرز مثل IR 28, IR 29 و IR 30 (من المركز الدولي لبحاث الرز في الفلبين IRRI) المقاومة لجراد الأوراق الأخضر وجراد النبات القهوائي brown plant hopper

التداخل الوراثي بين النبات والآفة :

تحدد حساسية النبات بالعلاقة بينه والمسبب المرضي أو الآفة . ففي دراسة عن صداً الكتان وصف (1956) Flor هذه العلاقة وأشار الى ان لكل جين في العائل والذي يسيطر على مقاومة الكتان للصدأ جيناً في المسبب المرضي يحدد قدرته على الإصابة Virulent من عدمها avirulent . وتعين هذه العلاقة بين جينات العائل والمسبب المرضي التعبير عن المرض في العائل . تعرف هذه الفرضية بفرضية Flor وهي فرضية جين-جين gene hypothesis - for - gene الجدول ١٩ - ١ : يوضح هذه العلاقة .

جدول ١٩ - ١ : توافقات الأليلات السائدة للمقاومة في النبات والأليلات المتنحية للإصابة في الآفة والتي تنتج الحساسية أو المقاومة في النبات .

الصفة	جينات المقاومة في النبات	جينات الإصابة في المسبب المرضي	استجابة النبات
١	لا توجد	أي جين للأصابة	حساس
٢	A -	لا توجد	مقاوم
٣	A -	aa	حساس
٤	A - B -	aa	مقاوم
٥	A - B -	bb	مقاوم
٦	A - B -	aa bb	حساس
٧	A - B - C -	aa bb	مقاوم
٨	A - B - C -	aa bb cc	حساس

عن : 306 Fehr (1987) .

فعندما يكون للعائل التركيب الوراثي AA BB cc يجب ان يكون للمسبب المرضي الأليلات المتنحية aa و bb ليكون مؤثرا في احداث الاصابة (جدول ١٩ - ١) . ويمكن ان تكون الأليلات في الموقع (C) في المسبب المرضي سائدة أو متنحية بسبب عدم امتلاك العائل الاليل السائد (وهو ما يسمى بقفل المقاومة) الضروري للمقاومة .

من المهم جدا معرفة التباين الوراثي ضمن مجتمع المسبب المرضي لغرض التربية للمقاومة المناسبة في الصنف . وفي محاصيل الحبوب هناك مسح منتظم للسلاسل في مجتمع مرض الصدا .

آليات المقاومة للأمراض :

هناك ثلاث أليات لمقاومة الأمراض في النبات وهي :

آ- المقاومة التي يديها النبات لتأسيس المسبب المرضي داخل أنسجته وتشمل هذا النوع من المقاومة على الآتي :

- ١ . الحساسية Hypersensitivity حيث تمنع الاصابة بالمسبب المرضي من قبل النبات نفسه .
- ٢ . المقاومة الخاصة Specific resistance . هناك سلالات مرضية خاصة لانصيب النبات .
- ٣ . المقاومة غير المتجانسة Nonuniform resistance : يمنع العائل تأييث سلالات معينة ولكن ليس لغيرها .
- ٤ . مقاومة الجين الرئيسي Major gene resistance : تتم السيطرة على المرض جينات رئيسية في العائل .
- ٥ . المقاومة العمودية Vertical resistance : تسيطر مقاومة العائل على سلالة أو عدد محدود من السلالات المرضية وان التباين في مقاومة العائل تعتمد بدرجة كبيرة على تداخل الصنف × السلالات المرضية .

ب- المقاومة للمسبب المرضي بعد التأسيس في العائل :

يعتمد مدى الضرر الذي يحدثه المسبب المرضي في العائل على مدى انتشاره وتكاثره بعد التأسيس في العائل . ويوصف هذا النوع بعدد من المصطلحات :

- ١ . المقاومة الحقلية Field resistance : قد يسبب تلقيح النبات بالمسبب المرضي في المختبر اصابات شديدة ولكن في الحقل يظهر النبات تطور ونمو اعتيادي عند وجود المسبب المرضي .
- ٢ . المقاومة العامة General resistance : للعائل القدرة على مقاومة جميع سلالات المسبب المرضي .
- ٣ . المقاومة غير المتخصصة Non specific resistance : المقاومة في العائل غير محددة في سلالات معينة للمسبب المرضي .
- ٤ . المقاومة المتجانسة Uniform resistance : مقاومة العائل متساوية في جميع سلالات المسبب المرضي أكثر من كونها جيدة للبعض ورديئة للبعض الآخر .
- ٥ . مقاومة الجين الصغير Minor gene resistance : حيث يتحكم بمقاومة العائل عدد من الجينات لكل منها تأثير صغير .
- ٦ . المقاومة الافقية Horizontal resistance : التغير في مقاومة العائل تعود بشكل رئيس الى الاختلافات بين الأصناف والعزلات أكثر من تداخلات خاصة بين الصنف × السلالة .

ج - القدرة على التحمل : Tolerance

وتعبر عن قدرة النبات للاداء الجيد رغم ظهور العلامات المرضية عليه . يفقد النبات في هذه الحالة القدرة على منع المسبب المرضي من التأثير فيه . وعلى أساس التقييم النظري للأعراض يقوم النبات بأنه حساس . ولكن اداء النبات قد يكون مماثلاً للنبات غير المصاب .

ميكانيكية المقاومة للحشرات :

أشار Painter (1951) الى ثلاث من آليات المقاومة للحشرات والتي تؤثر في قدرة النبات على والانتاجية وهي :

- (١) عدم التفضيل nonpreference .
- (٢) المقاومة المضادة antibiosis التي يبدئها النبات .
- (٣) القدرة على التحمل tolerance .

تتأق الحالة الأولى من استجابة الحشرة الى الصفات النباتية التي تجعل من النبات غير مرغوب فيه للاستعمال من قبل الحشرة كمكان للتكاثر أو التغذية أو الحاية أو أي توافق من عاملين أو أكثر. وتشمل الصفات النباتية على تأثير اللون ، وانعكاس الضوء ، والتمط الزغب ، وزاوية الورقة ، والرائحة والطعم . ان اصناف البزاليا ذات اللون الأصفر- المخضر غير مرغوب فيها لمن البزاليا مقارنة باللون الأخضر المزرق . وينجذب من اللهانة الى شدة الضوء الخافت . وتعرض فول الصويا العديمة الزغب الى المهاجرة بشكل شديد بجراد أوراق البطاطا بينما لا تتأثر الأصناف التي فيها زغب . وفي البصل يفضل الترس الأصناف التي تتسم بزواية صغيرة للفصل بين الأوراق التي يعيش عليها . وتتأثر خنفساء الهطاطا براحة الأنواع المختلفة من البطاطا . اما المقاومة للجراد في الذرة الصفراء والبيضاء فتتأثر بالطعم .

في حالة المقاومة المضادة antibiosis فتتأثر بالتأثير العكسي لنسيج النبات المستعمل كغذاء على تطور وتكاثر الحشرة . وتشمل التأثيرات المعاكسة على منع النمو والموت واطالة فترة النضج . وتعد هذه الحالة هي التعبير الحقيقي الوحيد عن مقاومة النبات للحشرات .

أما القدرة على التحمل Tolernce فتعبر عن قدرة النبات على النمو والانتاج رغم وجود مجتمع من الحشرات عليه والتي تسبب تلف العائل الذي له القدرة الضعيفة على التحمل . ولا يمكن التمييز بين الصنف ذي القدرة على التحمل من عدمها من عدد الحشرات الموجودة عليها ولكن الصنف الذي يبدي تحملاً أكثر يتأثر بشكل أقل . ولا تشمل هذه القدرة على التحمل مع الاصابة الحشرية لذلك لا يعدها البعض شكلاً من أشكال المقاومة . وقد تحدد قوة نمو النبات مستوى التحمل ، فالهجين المفردة للذرة البيضاء والصفراء التي تعطي قوة هجين heterosis أكثر تحملاً لحشرة Chich bugs من آباءها الأصلية الحساسة . وان لقدرة النبات على انتاج جذور جديد . وأوراق أو سيقان تؤثر في القدرة على التحمل . كذلك فان قوة نسيج الساق يرافق درجة التحمل للحشرات الثاقبة للساق .

التربة للمقاومة المتخصصة :

من الشائع الحصول على جينات رئيسة تسيطر على السلالات المرضية الموجودة في مجتمع الآفة كذلك جينات تسيطر على سلالات أخرى أقل أهمية . وتتضمن الطرق على :

١. استنباط صنف يمتلك جيناً رئيساً واحداً يسيطر على الآفة السائدة.
٢. السلالات المتعددة الخطوط multiline وهي وضع جينات عدة تسيطر على السلالة السائدة وسلالات أخرى أقل أهمية في تراكيب وراثية عديدة ثم تخطط معاً لتكوين السلالة المتعددة الخطوط.
٣. وضع عدة جينات تسيطر على السلالة السائدة والسلالات الأخرى في صنف واحد عن طريق البناء الهرمي لجينات المقاومة في الصنف.

(١) الأصناف ذات الجين الرئيس للمقاومة :

الاستراتيجية الشائعة وعلى نطاق واسع هو استنباط أصناف مفردة تحمل جين رئيس لمقاومة سلالة الآفة. ويمكن استنباط الأصناف عن طريق :
(آ) الانتخاب بين النسل في المجتمع الانعزالي الذي يحتوي على أليل المقاومة.
(ب) نقل الجين عن طريق التهجين الرجعي وكما ذكر في الفصل الرابع عشر. ان فائدة المقاومة للجين الرئيس هو سهولة تناول الجين المفرد في برنامج التربية. اما مساوئها فتكمن في امكانية تعرض الجين المفرد الى الاصابة بالسلالات الأقل أهمية والتي تصبح سائدة في مجتمع الآفة.

(٢) السلالات المتعددة الخطوط :

يمكن خلط بذور التراكيب الوراثية التي تمتلك جينات رئيسة للمقاومة معاً لتكوين السلالة المتعددة الخطوط mulitline. ويمكن ان تكون التراكيب الوراثية بشكل سلالات متشابهة isoline والتي تختلف بصورة رئيسة في الجين الرئيس الذي تحمله. كذلك يمكن الحصول على السلالة المتعددة الخطوط من تراكيب تختلف في الصفات الحقلية فضلاً عن الجينات الرئيسة لمقاومة الآفة.

ويمكن للسلالة المتعددة الخطوط ان تعطي الحماية ضد سلالات واسعة للآفة. وعندما يكون هناك تغيير في تكرار السلالات ضمن مجتمع الآفة تكون بعض التراكيب الوراثية ضمن السلالة المتعددة الخطوط مقاومة لأي من السلالات الموجودة. تقلل النباتات المقاومة من انتشار السلالة الجديدة الى النباتات الحساسة.

من مساوئ الطريقة التي تمنع من استخدامها على نطاق واسع هي : (١) تحتاج الى جهد كبير لنقل عدد من الجينات الرئيسة في تراكيب وراثية متفوقة ، و (٢) اذا تم

استخدام طريقة التهجين الرجعي لاستنباط السلالات المتشابهة فإن الأب الرجعي recurrent parent سيحدد صفات السلالة المتعددة الخطوط . وخلال فترة تنفيذ برنامج التهجين الرجعي يمكن ان يستنبط من البرامج الانتخابية صنف جديد متفوق من الناحية الحقلية على الأب الرجعي . وان هذا الصنف الجديد قد يحدد من قبول الصنف المتعدد الخطوط عند اكماله .

(٣) التكوين الهرمي :

تعتمد هذه الطريقة على نقل الجينات الرئيسة الموجودة في السلالة المتعددة الخطوط الى صنف رئيسي واحد . ويمكن استعمال جينات رئيسة أكثر من الضروري لاعطاء المقاومة للسلالات السائدة للمقاومة . يتوقع من تنوع الجينات الرئيسة ان تعطي الحماية ضد السلالات الجديدة التي يمكن ان تنشأ في مجتمع الآفة .

أما مساوئ الطريقة فهي :

(آ) الحاجة الى جهد كبير لدمج عدة جينات رئيسة في تركيب وراثي واحد ويتطلب ذلك اختباراً على نطاق واسع مع عدة سلالات مختلفة لتأمين وجود الأليات المرغوب فيها .

(ب) استعمال طريقة التهجين الرجعي لدمج الجينات الرئيسة في تركيب وراثي واحد تحدد من الصفات الحقلية للصنف الجديد مقارنة بالأب الرجعي .

(ج) ان مقاومة الصنف تشجع في تطوير سلالات مرضية . جديدة خصوصاً ان كانت الجينات الرئيسة تستعمل بشكل مفرد في اصناف اخرى .

كيفية التقليل من التغيرات في الضروب المرضية :

من الاهتمامات الرئيسة في انتاج المحاصيل هو مراقبة التغيرات الحاصلة في السلالات المرضية السائدة في مجتمع الآفة . فالحصول معرض لخسارة اقتصادية كبيرة اذا ماصيب بآفة او مسبب مرضي يتغير بسرعة . فكل تغير في السلالة يجعل الصنف المتداول حساساً مما يحتم ضرورة التعرف واستخدام الجينات الجديدة للمقاومة . وقد تكون جاهزية الجينات الجديدة محدودة في بعض أنواع المحاصيل ولذلك من المرغوب فيه العمل على استقرارية مجتمع السلالة .

يمكن الوصول الى استقرارية السلالة اذا أمكن الابقاء على السلالة المرضية الحالية أو منعها من ان تتطور الى سلالة جديدة. افترض كلا الطريقتين كحلول عملية للتغلب على مشكلة تغير السلالة. ويشمل استعمال الجينات الرئيسة للمقاومة في اصناف تزرع على نطاق تجاري.

استقرارية السلالات المرضية السائدة :

تتأثر استقرارية السلالة بالطريقة التي تستخدم بها الاصناف التي تمتلك جيناً رئيساً للمقاومة. فقد افترض بأنه يمكن الحصول على استقرارية السلالة باعطاء السلالات السائدة بنباتات حساسة وبصورة كافية في جعلها تعيش. وهناك طريقتان لذلك :

آ- الاستعمال المتبادل للأصناف الحساسة والمقاومة في تعاقب زراعة المحاصيل وينصح بدورة كل ثلاثة سنوات في بعض المناطق من الولايات المتحدة لتشجيع استقرارية نيماتود فول الصويا *Cyst nematode*. وحيث يزرع محصول غير عائل للمرض وصنف مقاوم من فول الصويا لسنين متعاقبة بهدف اختزال مجتمع الآفة الى مستوى بحيث لا يؤدي الى ضرر اقتصادي عند زراعة الصنف الحساس بعده. بعد ذلك يزرع الصنف الحساس للمرض ليسمح للمسبب المرضي ان يعيش ويحافظ على دوره السائد في المجتمع. هناك نقص في الأدلة التجريبية الحاسمة التي تؤيد قيمة توالي المحاصيل في استقرارية السلالة رغم ان هذه الطريقة موصى بها لدى المزارعين الاعتياديين (Hooker, 1983).

(ب) خلط التراكيب الوراثية المقاومة والحساسة ، حيث يمكن توفير النباتات الحساسة وذلك بزراعة خليط من بذور السلالات المقاومة والحساسة وليس زراعة صنف نقي ذي مقاومة متجانسة. ان تكرار النباتات الحساسة في الخليط يكون واطئاً بدرجة تكفي لمنع أية خسارة اقتصادية. ولم تحدد قيمة هذه الطريقة لحد الآن.

منع نشوء السلالات المرضية الجديدة :

يمكن الحصول على استقرارية السلالة اذا لم تستطع السلالات الجديدة التغلب على المقاومة في النبات. وقد افترض (Nelson, 1973) البناء الهرمي لجينات المقاومة في الصنف كوسيلة لمنع نشوء السلالات المرضية الجديدة. يعتمد المقترح على مفهوم كون

سلالات الآفة تكون مؤثرة اذا ما احتوت جميع الجينات الضرورية للاصابة . تختزل قدرة الكائن المرضي على العيش في الطبيعة بزيادة عدد جينات الأصابة لذلك فان الاحتمال يكون واطناً في نشوء وتطور سلالة جديدة لها جينات الاصابة التي تستطيع التغلب على مقاومة الجين الرئيس ولها الملائمة المطلوبة للعيش . ان مدى تأثير طريقة بناء الجين الهرمي بهدف الحصول على استقرارية السلالة لم يبرهن عليه لحد الآن .

التقليل من تأثير السلالات الجديدة :

يكون تأثير الجين الجديدة للاصابة كبيراً عندما يكون هناك تجانس في اصابة المحصول . ويمكن لتنوع الجينات الرئيسة للمقاومة في الأصناف تأثيراً كبيراً في تعرض المحصول لخسائر مهمة . ويمكن تحقيق الاختلاف بين الحقول عندما يتم زراعة أصناف تختلف في جينات المقاومة الرئيسة ، وتنجز هذه الاختلافات بزراعة خليط من البذور من سلالات تختلف في جينات المقاومة الرئيسة .

من احدى الطرق للتقليل من تأثير السلالات الجديدة هو نشر الجينات gene deployment الرئيسة وفق توزيع جغرافي مدروس لاستنباط الاصناف وقد اقترح ان نشر الجينات كطريقة مؤثرة للحصول على تنوع الجينات الرئيسة بين المناطق الجغرافية . وتحتاج الى :

- (١) عدد من الجينات ذات تأثيرات متشابهة للسيطرة على السلالات المرضية السائدة .
- (٢) تعاون بين مربى النبات وعلماء الأمراض النباتية .

وهناك صعوبة في نشر الجينات بين مربى النبات ولعدم امكانية ايجاد جينات رئيسة ذات مقاومة متساوية ضد السلالات المرضية السائدة في المناطق المختلفة . فعندما يتضح ان احد الجينات متفوق على الأخرى فان أغلب المربين يفضل استعماله (Fehr, 1987) .

الطريقة الثانية هو استعمال الأصناف المتعددة السلالات Multilines وقد اقترح كوسيلة تعطي الحماية ضمن الحقل ضد الاصابات الشديدة من السلالات الجديدة للأمراض . ان خليط من جينات رئيسة للمقاومة تقلل من احتمال ان يكون للسلالة المرضية الجديدة القدرة على مهاجمة جميع النباتات . وقد أشار (Frey, 1982) الى أن النباتات المقاومة تقلل من الأضرار للنباتات الحساسة وذلك من تقليل انتشار المسبب المرضي . وان الخسارة الكلية للمحصول تقل بسبب قدرة النباتات المقاومة على الاستفادة

من المنافسة المنخفضة من النباتات الحساسة المجاورة. ان النباتات المقاومة في الخليط تقلل من سرعة انتشار المرض. وقد درست هذه الامكانية في الأمراض التي تنتقل بواسطة الرياح Wind – borne disease للمحاصيل الحبوبية مثل صدأ أوراق الخنطة (Chris-tensen, 1977) أو الصدأ التاجي في الشوفان. هذه الأمراض تنتشر بواسطة سبورات تحط على النبات مسببة الإصابة ومنتجة سبورات اضافية تهب على بقية النباتات. العوامل التي تؤثر في سرعة انتشار المرض أشار اليها في المعادلة : (Vander der Plank (1963 في المعادلة :

$$X_t = X_0 e^{rt}$$

حيث :

X_t = العدد الكلي للسبورات المنتجة في مجموعة من النباتات في وقت معين.

X_0 = عدد السبورات البدائية التي أصابت مجموعة من النباتات.

r = معدل الزيادة في عدد السبورات الجديدة المنتجة في اليوم.

e = ثابت = ۲,۷۱۸.

فأني انخفاض في (X_0) أو (r) يمكن ان يقلل من انتشار المسبب المرضي ضمن الحقل. ان تأخير لعدة أيام خلال الفترة الحرجة من امتلاء الحبة يمكن أن يؤثر في التأثير الهام في انتاجية النباتات الحساسة. ويتأثر عدد سبورات الصدأ التي تصيب مجموعة النباتات في البداية (X_0) بعدد النباتات الحساسة التي تصيبها. فالسبور المسبب لايساهم في انتشار المرض عندما يقع على نباتات مقاومة له. فعندما تزداد نسبة النباتات المقاومة في الحقل فان قيمة (X_0) تقل. ويتأثر معدل زيادة عدد السبورات في اليوم (r) بقدرة السبور على اصابة النبات وانتاج سبورات جديدة. كذلك تتأثر بقدرة السبورات الجديدة على اصابة النباتات في الأصناف المتعددة السلالات تكون السبورات الواقعة على نباتات مقاومة غير مؤثرة وتمنعها من المساهمة في أية زيادة في معدل انتاج السبورات.

التربية للمقاومة العامة :

المقاومة العامة وسيلة مهمة للسيطرة على الآفات في النباتات. وتكون مرغوب فيها أكثر من المقاومة الخاصة بسبب اعطائها بعض المقاومة للعديد من السلالات وأقل تعرضاً للتغير الوراثي في الآفة. ان التربية للمقاومة العامة أكثر صعوبة من المقاومة الخاصة بسبب اشتراك عدة جينات ذات تأثير قليل.

من الناحية الكمية يكون الانتخاب للمقاومة العامة مماثلاً للتربية لصفة الحاصل وغيره من الصفات الحقلية. فعلى سبيل المثال تم الحصول على تحسين مهم في المقاومة العامة عن طريق الانتخاب التكراري. فالعديد من اصناف الجت تزرع بصورة تجارية جاءت من مجتمعات حسنت بالانتخاب التكراري المظهري لمقاومة الأمراض والحشرات.

مستقبل المقاومة للآفات:

تحتاج الابحاث المستقبلية في مقاومة الآفات الى الأخذ بالاعتبارات التالية:

- (١) الكشف عن الأمراض الكامنة المهمة والمشاكل الحشرية.
- (٢) اعطاء المعلومات عن تفاعل الاصناف والآباء الأصلية للهجن والمصادر الوراثية لمدى واسع لاختطار الأمراض والحشرات.
- (٣) تعين مواقع التنوع لمقاومة الآفات المرضية والحشرية.
- (٤) تطوير تقنيات سهلة التطبيق لقياس تفاعل الآفة وتشمل الاختبارات الدولية أو طرق اخرى لتمييز المقاومة الخاصة والعامة.
- (٥) التعرف وتحديد البنك الوراثي للجينات والسايبتولازم المقاوم للآفات.
- (٦) الاستمرار بجهود تربية النبات لمقاومة الآفات.
- (٧) الاستمرار في الكشف عن الطرق الملائمة لنشر الجينات والسايبتولازم في المحاصيل الزراعية في مناطق المحاصيل.

ان هدف مربى النبات الاول في السيطرة على الافات عن طريق مقاومة العائل هو تأمين استقرارية انتاج المحصول اي منع الاصابات الوبائية. والهدف الثاني هو الخسائر السنوية من الآفات قدر الامكان. يجب ان يكون للصنف المقاوم الناجح لعدة أمراض وحشرات صفات مقبولة للحاصل والتنوعية وغيرها من الصفات الحقلية.

References

مصادر الفصل التاسع عشر

- Christensen, C.M. 1977. Field Manual of common wheat diseases and pests . International Maize and Wheat Improvement Center, Lodres 40, Mexico , 6, D.F. Information Bulletin 29.
- Fehr , W.R. 1987. Principles of Cultivar Development.Vol.1. Theory and Technique. Macmillan publishing Co. New York,U.S.A . PP 305 — 314.
- Flore , H.H. 1956. The complementary genic systems in flax and flax Adv. Genet. 8: 29: 54.
- Frey, K.J., J.A. Browning, and M.D. Simons . 1973. Management of host resistance genes to control diseases. Z. pflanzenzuchtg 80: 160—180.
- Frey, K.J. 1982 . Multiline breeding pp— 43— 71. In I.K. Vasil, W.R. scowcroft and K.J. Frey (eds) plant improvement and somatic cell genetics Academic Press, New York. U.S.A.
- Hooker, A.L. , and K.M.S Saxena. 1971. Genetics of disease resistance in plants . Ann . Rev Genet. 51: 407 — 424.
- Hooker, A.L. 1977. A plant pathologist's view of germplasm evaluation and utilization Crop Sci: 17: 689— 694.
- Hooker, A.L. 1983. Breeding to control pests. pp 119— 230. In D.R. Wood (ed.) Crop Breeding American Soc. of Agronomg , Madison, Wisconsin. U.S.A
- Nelson, R.R. 1973. The use of resistance genes to curb population shifts in plants pathogens. pp. 49— 66. In R.R. Nelson (ed.) Breeding plants for disease resistance concepts and applications pennsylvania state Univ.Press. Univ.Park. U.S.A.
- Painter , R.H. 1951 . Insect resistance in crop plants. M acmillan, New York. U.S.A.
- Russell, G.E. 1987. Plant Breeding for pest and disease resistance. Butterworth, London.
- Vander der plank , J.E. 1963. Plant diseases; Epidemics and Control. Academic press. New York.

الفصل العشرون

طرق التربية خارج الكائن الحي

Invitro Crop Breeding

مقدمة

أشكال مزارع الأنسجة

أنظمة المزارع

زراعة المتوك وجيوب اللقاح

زراعة الأجنة

البروتوبلاست

الدمج النووي

الطرق الجزيئية لتغيير التركيب الوراثي للنبات

طرق هندسة الحامض النووي DNA

دمج جزيئات الحامض النووي DNA

النواقل

فيروسات النبات

البلازميدات

تحويل الخلية النباتية

المشاكل والحلول المقترحة

حفظ الاصول الوراثية

المصادر

الفصل العشرون طرق التربية خارج الكائن الحي

مقدمة :

تشمل تقنيات تربية المحاصيل خارج الكائن الحي على تقنيات زراعة الأنسجة والخلية التي تساعد في اكثار ودراسة وتغيير وراثته النباتات دون المرور بالدورة الجنسية للنبات. وأساسا تعرف المزارع خارج الكائن الحي بأنها عملية الاكثار باستخدام تقنيات معقمة للخلايا والأنسجة والاعضاء النباتية والبروتوبلاست Protoplast :

ان هذه التقنيات مهمة في كونها تساعد مربى النبات في تحقيق أهداف تحسين المحصول وأستنباط الأصناف المحسنة ومعرفة أكثر بالانواع. ويعرف مربو المحاصيل اليوم تقنيات هندسة الحامض النووي DNA والتي يمكن استخدامها في برامج التربية من خلال زراعة الأنسجة.

وكما رأينا في الفصول السابقة ان التقنيات التقليدية لتربية النبات قدمت انجازات بارزة للزراعة لعقود عديدة مضت. هذه المساهمات ستستمر أيضا بمساعدة تقنيات التربية خارج الكائن الحي. لذلك فمن المهم لمربى النبات الاطلاع على قيمة هذه الادوات الحديثة واستخدامها.

بدأت طرق زراعة النبات خارج الكائن الحي عام ١٩٠٢ عندما نظر Haberlandt الى امكانية زراعة الخلية. ولكن لم يتحقق النجاح في ذلك حتى اواخر الثلاثينيات عندما أنجز باحثون آخرون نجاحا في زراعة الخلية. وعلى الرغم من تجربة زراعة العديد من الأنواع قد تمت لكن القليل من الأنواع ذات الأهمية الاقتصادية والتي أمكن الحصول على نباتات كاملة من الخلية المزروعة. وعملية تجربة هذه التقنية مستمرة على أغلب الأنواع ولا تزال في مراحلها الأولى.

هذا وقد أسرع أكتشاف الاتحادات الجديدة في البكتريا بالاهتمام في زراعة الخلايا النباتية . فقد أعطت التقنيات المستخدمة في البكتريا النموذج الذي يمكن نقله الى مزارع الخلايا النباتية .

I. أشكال مزارع الأنسجة :

١ . الكالس :

Callus

ان مزارع الكالس عبارة عن كتل خلوية مشتقة من نسيج نباتي نامية على وسط غذائي (media) . يتكون الوسط الغذائي من املاح لاعضوية ، مصدر للكربون (عادة السكروز) ، الأوكسينات auxins والساييتوكاينين cytokinin . ان مكونات الوسط تكون حرجة للنوع المزروع . ولانتاج كالس جيد يجب ان تساعد المواد الغذائية نموا سريعا للخلايا ، ان التبع والجزر يزرعان بسهولة . ومن الأنواع الاخرى مثل الحنطة والشوفان والقصب السكري أمكن الآن الحصول على نباتات من الكالس .

يمكن استعمال عدة أشكال من أنسجة النبات لبدء مزارع الكالس وتشمل على الجذور، والسيقان، والأوراق، والمرستيات، والمتوك . وقد يناسب نسيج معين مع أحد الأنواع بشكل أفضل من بقية الأنسجة في انشاء مزارع الكالس .

ولغرض الحصول على الكالس يزال النسيج من النبات ويعقم لغرض قتل البكتريا والفطريات التي تلوث المزرعة . ويفضل توليد الكالس من نباتات نامية تحت ظروف معقمة من بذور معقمة لتلافي المشاكل من التلوث بالكائنات الدقيقة . ويتم تنمية النسيج المعزول على وسط معقم ودرجة حرارة ٢٠ - ٢٥ م وتعريض للضوء . واذا ما كان توازن الأوكسينات / الساييتوكاينين مناسباً في الوسط تنتج كتلة من الكالس . ويجب الزراعة الثانوية لهذا الكالس Sub culturing في أوساط جديدة في فترات منتظمة كل ٢ - ٨ أسابيع . ويساعد ذلك الابقاء على الخلايا والتحول الى خلايا متميزة titopotency . أو القدرة على التحول الى نباتات .

يتحكم في تطور الكالس الهرمونات المضافة الى الوسط وبصورة رئيسة الأوكسينات والساييتوكاينينات . ان تغيير مستويات هذه الهرمونات يدفع الكالس لانتاج السيقان أو الجذور . ان التوازن الهرموني ضروري جدا لكل نوع ومرارا مايتغير من صنف لآخر .

احدى الأوكسينات المهمة لبدء وتشجيع انتاج الكالس هو مركب (2,4 dichloro - D phenoxyacetic acid - 2,4 وهو منظم اصطناعي للنمو).

تم اكتثار التبغ من خلال زراعة الكالس ويعرف الكثير عن زراعة هذا النوع عن طريق الكالس وبصورة أكثر من اي نوع آخر. لا يكثر التبغ تجاريا من خلال الزراعة خارج الكائن الحي بسبب أن العديد من الطفرات المنتجة ليس لها قيمة تجارية كذلك لسهولة اكتثار التبغ عن طريق البذور (Ladd and Paule, 1983).

قصب السكر كثر بسهولة عن طريق الكالس ولكنه أظهر عدم استقرار كروموسومي. أما النباتات المنتجة من الكالس فهي مستقرة وتكثر خضريا عن طريق العقل. لذلك فان باستطاعة مربى المحصول استعمال الزراعات خارج الكائن الحي لاستنباط أشكال وراثية جديدة واستعادة كلونات Clones مستقرة.

يوضح الجدول ٢٠ - ١ قائمة ببعض الأنواع التي تم لها الحصول على نباتات من الكالس. على العموم فان الكثير من الأنواع الاخرى لم يتم لها الحصول على نباتات والابحاث مستمرة للتغلب على المعوقات والاجابة على اسئلة تفتح الطريق الواسع للتوسع في استخدام زراعة المحاصيل في تحسين المحصول. وقد أوضح Scowcroft (1977) الحصول على نباتات مشتقة من المزارع في التبغ والبنجر السكري والحنطة والذرة الصفراء والشعير والشفوفان وغيرها.

جدول ٢٠ - ١ قائمة بانواع المحاصيل التي تم لها الحصول على نباتات من الكالس

المحصول	المحصول	المحصول	المحصول
المحصول	الزيت	القرنايط	المحصول
البرسيم الأحمر .	الذرة الصفراء	الكرفس	اللوز
الرز	الدخن	الحمضيات	الشعير
الجزري	الشفوفان	قهوة	الارتيجوك
حبشيش الشليم	نخل الزيت	القطن	الاسبريس
الذرة البيضاء	البصل	التفاح	أسبن
فول الصويا	البرتقال	الداتورة	بيجونيا
البنجر السكري	البزاليا	الكان	بروكلي
القصب السكري	الثارو	الفلفل	براعم بروكسل
التبغ	بيتونيا	العنب	المهاطة الحمراء
الطماطة	الاناناس	الكلم	الكاكافو
الحنطة	البطاطا	برسيم لادينو	الجزر
القرع الاحمر		الخس	الكرفا

عن : S.L. ladd and M.R. Paule. 1983. PP. 132

وإذا كان للصفة المنتخبة من الكالس فائدة لمربي النبات فانه يجب ان تكون مورثة في النبات المشتق من الكالس. وتذكر التقارير توريث الصفات المنتخبة من مزارع الكالس للعديد من الأنواع. وقد لا توريث الصفة التي تظهر على النباتات المشتقة من الكالس في الأجيال التالية يظهر أنها صفات غير وراثية في منشأها epigenetic Chimeras التي لم تؤثر في الانسجة التكاثرية. فضلا عن ذلك فإن العوامل التي يمكن الانتخاب لها في المزرعة ليس لها علاقة بالصفات المرغوب فيها في النبات الكامل. وتعد صفة الحصول صفة يصعب الانتخاب لها خارج الكائن الحي وذلك لانها صفة تتحكم بها عدة جينات وتعمل من خلال علاقتها بالبيئة. ويمكن توقع ابحاث واسعة نحو تحسين الحصول ، المقاومة للأمراض والملوحة والجفاف من النباتات المشتقة من الكالس.

المعلقات الخلوية : Cell Suspension

تشمل المعلقات الخلوية على خلايا مفردة او تجمعات خلوية صغيرة في وسط سائل. عادة تدور حاويات المزرعة أو ترج للحصول والابقاء على انفصال الخلايا وتسريع عملية تبادل الغازات بين الخلايا والمكونات الغازية للبيئة المحيطة بها. ان الوسط السائل مماثل للوسط الصلب المستعمل لانتاج الكالس ولكنه لا يحتوي على الآجار. ويمكن تغيير مكونات الوسط السائل لتنشيط النمو السريع وانفصال الخلايا.

ولغرض البدء بالحصول على المعلق الخلوي تتبع الخطوات الآتية :

١. الحصول على الخلايا من الكالس

٢. النقل الى الوسط السائل

٣. تخضين المزرعة على زجاج

ولتسريع الانفصال الخلوي يستعمل كالس هش friable callus. وهو الكالس الذي تكون فيه الخلايا بشكل سهل فصلها عن بعضها البعض.

أنظمة المزارع : Cultures Systems

يمكن ان تكون مزارع المعلقات الخلوية كأنظمة مفتوحة أو مغلقة في المزارع المستمرة Continuous culture أو المزارع المفردة batch culture. ففي النظام المفرد توضع الخلايا في وعاء مزرعي صغير مثل وعاء ارلنماير Erlenmeyer flask بسعة ٢٥٠ مل او

وعاء كبير. تشغل المزرعة ربع الوعاء وهذه ترج بشكل مستمر اما تحت الضوء او الظلام الكامل حتى تصل الى أقصى تركيز خلوي. وتصل الى أقصى كثافة خلوية عندما تصل مكونات الوسط والجبال وغيرها من العوامل المحددة للنمو الخلوي يجب اجراء زراعات ثانوية اذا ما أريد استمرار التضاعف الخلوي. وللمزارع كثافات نمو دنيا تعتمد على ظروف المزرعة. واذا كانت المزارع الثانوية دون هذه الكثافات الدنيا فان الانقسام الخلوي سيتوقف.

عادة يتم اجراء الدراسات الوراثية في أنظمة مغلقة صغيرة وهذا يسمح بتعريض عدد كبير من السلالات الخلوية التي تعرض للعديد من معاملات الانتخاب في المختبر. ويمكن ان يحتوي ١٠٠ مل من مزرعة التعليق على (١٠٠) خلية والتي تعطي مجتمعاً كبيراً جداً والذي يمكن تعريضه للانتخاب. وقد اوضح Nabors (1976) الحصول على سلالات تبغ مقاومة للملاح انتخبت بالزيادة التدريجية بمستويات ملح الطعام في وسط التعليق.

ولرني المحاصيل فان للمعلق الخلوي ومزارع الكالس فوائده ومساوئ. فالمزارع غير مستقرة من الناحية السايولوجية كما في مزارع الشوفان حيث قد تفقد الخلايا جزءا او كل الكروموسوم يجعل من الصعوبة امكانية اكنار تراكيب وراثية معينة. ومن ناحية اخرى فان عدم الاستقرار الوراثي يكون مصدرا لطفرات جديدة. فعلى سبيل المثال يمكن الحصول من المزارع غير المستقرة على مجاميع خلوية احادية الكروموسوم monosomics او ثلاثية الكروموسوم trisomics.

هذا وقد استعملت المزارع الخلوية على نطاق واسع لغرض انتخاب التراكيب الوراثية المرغوب فيها. يمكن اضافة المواد الكيميائية او نواتج الأيض الى الوسط كعوامل انتخابية لازالة خلايا حساسة والابقاء على الخلايا المقاومة. والجدول ٢٠ - ٢ يوضح النباتات التي تم اشتقاقها بعد المعاملة بعوامل انتخابية معينة في المزارع الخلوية.

جدول ٢٠-٢ : أشكال المتغيرات لنباتات المحاصيل المنتخبة من خلال المزارع خارج الكائن الحي .

النبات	العامل الانتخابي	النبات	العامل الانتخابي
الجت	Nacl	القصب السكري الأمراض	
الجزر	مشابهات الحامض الاميني	التبغ	الأمراض
الداتورة	Aminoptrin	مبيدات الادغال	
الذرة الصفراء	الأمراض	Nacl	
الفلفل	Nacl	البرودة	
البتونيا	Streptomycin	مشابهات الحامض الاميني	
البطاطا	مشابهات الحامض الاميني	المضادات الحيوية	
الرز	مشابهات الحامض الاميني	المبيدات الفطرية	
	Nacl و	الطماطة	الالمنيوم
		البرسيم	الايض مبيدات الادغال

. Ladd and Paule (1983)

زراعة الأجنة :

كانت زراعة الأنسجة من الاستخدامات الأولى لتقنية التنمية خارج الكائن الحي في تربية النبات واستعملت في العديد من الحالات للحصول على الهجن بين الأجناس والأنواع . عند زراعة الأجنة يتم قص الجنين من الحبة اثناء نموها بعد أيام قليلة من الاخصاب ويزرع على وسط سائل او صلب تحت ظروف مسيطر عليها بهدف انتاج بادرار نباتية يمكن نقلها الى التربة لانتاج نبات ناضج .

زراعة الأجنة تقنية مفيدة لانقاذ الأجنة بعد التزاوج الجنسي بين الأنواع أو الأجناس البعيدة عن بعضها البعض والتي تفشل فيها الأجنة الهجينة اي تجهض . ان وجود اثنين من الجينومات غير المتوافقة ينتج عنه تعثر في الدورة التطورية للجنين .

ومن العوامل المهمة فقدان الاندوسبرم Endosperm أو التغذية غير الكاملة للجنين . واذا ما تم قص الجنين قبل اجهاضه ووضع على وسط زرعى ملائم فانه لايمكن للمواد الغذائية الموجودة في الوسط ان تسمح في تطور الأجنة .

تشمل ظروف المزرعة على تحضين لفترة ٢ - ٤ أسابيع في الظلام الكامل عند درجة حرارة ٢٠°م أو أقل يتبعها تحضين لفترة قصيرة فوق ٢٠°م مع التعريض للضوء وبعدها ينقل الجنين النامي الى وسط صلب لتسريع نمو الجذور والسيقان. وبعد تطور السيقان والجذور بشكل كاف يمكن نقل النبات الى التربة تحت ظروف رطوبة عالية ودرجة حرارة معتدلة حتى ينمو النبات كاملا.

يحتوي وسط مزرعة الأجنة على أملاح غير عضوية مثل ، سكروز وفيتامينات، واحماض أمينية وهورمونات وحليب جوز الهند. تحتاج الأجنة الصغيرة الى وسط أعقد مقارنة بالأجنة الأقدم (Ladd and Paule 1983).

زراعة المتوك وحبوب اللقاح

Anther and Pollen culture

تستعمل مزارع المتوك وحبوب اللقاح لانتاج النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية monoploid. وعلى الرغم من امكانية الحصول على الطفرات بسهولة من الخلايا المزروعة فان العديد من الطفرات تكون متنحية ولذلك لا يمكن كشفها بسبب كون الخلايا الثنائية المجموعة الكروموسومية او متضاعفة المجموعة الكروموسومية. يمكن الحصول على النباتات الاحادية المجموعة الكروموسومية عن طريق زراعة المتوك للنبات الثنائي المجموعة الكروموسومية والذي يسمح بالتعبير المباشر للطفرات المتنحية. اما بالنسبة للنباتات المنتجة من خلال مزارع المتوك للنباتات المتضاعفة فهي ليست احادية المجموعة الكروموسومية بشكل حقيقي وبذلك لا تسمح بالتعبير المباشر للطفرات ولكن مزارع المتوك تبسط عملية كشفها.

الاستعمال الثاني لمزارع المتوك وحبوب اللقاح هو انتاج نباتات ثنائية المجموعة الكروموسومية أصيلة تماما عن طريق مضاعفة العدد الكروموسومي للنباتات الأحادية المجموعة في النظام المزرعي.

توجد النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية بتكرار واطي خارج النظام المزرعي وان القدرة على انتاجها بتكرارات عالية يعد تقدما كبيرا لمربي المحاصيل. وقد امكن انتاج النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية خارج الكائن الحي في حوالي ٧٩ نوع

(Schaeft et al. 1979) ويجب التأكد من إن النباتات المنتجة ذات عدد احادي المجموعة والذي يمكن التوثق منه بالعد الكروموسومي لكل مزرعة او نبات . تكون زراعة المتوك بسيطة نسبيا في بعض الأنواع كالتبغ ولكنها صعبة جدا في أنواع أخرى وان النجاح في ذلك قد يعتمد على الصنف المستعمل ، فبعض أصناف الحنطة تنتج مجاميع احادية المجموعة بينما لا تنتج اصناف أخرى . وللحصول على أفضل نباتات احادية المجموعة يجب مراعاة :

- (١) توفير أفضل الظروف للصنف او النوع
- (٢) المرحلة المناسبة لتطور حبة اللقاح microspore
- (٣) التكوين المناسب للوسط
- (٤) المعاملة المسبقة للمتك
- (٥) مصدر وظروف وعمر النبات المأخوذ من المتك .

وقد امكن الحصول على سلالات نقية في جيل مفرد واحد عن طريق مضاعفة العدد الكروموسومي للنبات ذي المجموعة الكروموسومية الواحدة . ومقارنة بالطرق القياسية للتربية فان على مربى النبات ان يخلص النبات ذاتيا لعدة أجيال قبل الوصول الى مستوى مقنع من الأصالة الوراثية . كذلك فان التلقيح الذاتي قد يواجه انخفاضاً نتيجة التربية الداخلية في المحاصيل الخلطية التلقيح مثل الذرة الصفراء وهذا يعيق من استعادة السلالات الأصلية بطرق التربية الاعتيادية . وقد استعملت الطريقة في الذرة الصفراء لغرض الحصول على السلالات النقية خلال الخمسينات ولكن من الصعوبة الحصول على سلالات مفيدة بسبب المشاكل المرافقة لاختبار السلالات المشتقة .

ومن الشائع عدم الاستقرار الوراثي في مزارع المتوك . وبصورة عامة كلما كان وقت الاستنباط للسلالة الخلوية طويلا كان عدم الاستقرار كبيرا . ومن الضروري العمل على ضبط الظروف البيئية التي تساعد في الاستقرار الوراثي للمتغايرات المنتخبة من المزارع . هذا وقد أشار Collins (1977) الى انتخاب سلالات متفوقة في التبغ .

استعمالات زراعة الأجنة :

تم استعمال زراعة الأجنة لانتاج الهجين في أنواع عدة مثل البرسيم (بين الأنواع الرباعية والثنائية) كذلك أجنة الحنطة الهجين (Schaeft et al, 1979) وفي القطن والفاصوليا والزنابق كذلك بين الاجناس للحنطة × الشعير .

فضلاً عن ذلك فان زراعة الأجنة تسمح في انتاج بعض الهجن التي لا يمكن انتاجها بطرق اخرى . كذلك تعطي الفرصة لدراسة سكون البذور والتغلب عليه . ان ازالة الأجنة من بيئته الطبيعية ضمن البذرة سيتغلب على المنع الناشيء من غلاف البذرة . كذلك يمكن اضافة الهورمونات والانزيمات وغيرها من المواد الكيميائية الى الوسط والتي تشجع التغيرات الكيميائية ضمن الجنين وبذلك تمنع نواتج الأيض التي تؤدي الى السكون .

البروتوبلاست : Protoplast

وضع علماء الاحياء الدقيقة اتحاد خلايا الكائنات الحية الوحيدة الخلية كذلك أنتج علماء الحيوان دمجاً في خلايا حيوانية . في النبات تختلف الحالة فان وجود غلاف الخلية الصلب يجعل من دمج الخلايا النباتية عملية صعبة حيث ان بقاء جدار الخلية كاملاً سيمنع الدمج الخلوي تماماً . ان الجدار الخلوي يمنع من أخذ الحامض النووي DNA ، البلازميدات والعصيات الخلوية والبكتريا وهذه مسألة ظاهرة للباحث الذي يحاول اجراء اتحادات جديدة على المستوى الجزيئي .

وعلى الرغم من أنه تم الحصول على البروتوبلاست من جميع اجزاء النبات تقريباً الا ان خلايا الطبقة الوسطى للورقة الميزوفيل mesophyll والخلايا من المزارع المعلقة اكثرها فائدة . لازالة الجدار الخلوي عادة تعرض الخلايا انزيمات التحلل المائي Hydrolytic Enzymes والتي تحلل مادة الجدار الخلوي . وبازالة الجدار الخلوي فانه تجب المحافظة على البروتوبلاست تحت ظروف مسيطر عليها .

يحتاج البروتوبلاست الى وسط زرعى وظروف بيئية مشابهة لمزارع الخلايا العالقة . ولينع تمزق الخلايا العارية (بدون أغلفة) فانه يجب الاهتمام بالضغط الازموزي للوسط . الاحتياجات الخاصة لجني البروتوبلاست والتمو تختلف من نوع لآخر ومن صنف لآخر . وربما يعتمد الحاصل والنشاط والحيوية للبروتوبلاست على الظروف التي نمت فيها النبات الاصلي .

ولا يزال موضوع البروتوبلاست في مراحله الاولى ولكنه يبشر بنجاحات في عدة حقول فعلى سبيل المثال يمكن ادخال البكتريا في البروتوبلاست لدراسة التداخل بين البكتريا وخلايا النبات . تعود مثل هذه الدراسات الى تطوير علاقة تعايشية وتثبيت للنيتروجين في المحاصيل غير البقولية . كذلك فان البروتوبلاست أداة ملائمة للتغيير الوراثي أو العضيات

Organelle فعلى سبيل المثال يمكن ادخال الحامض النووي DNA ، البلازميدات والكلوروبلاست والميتوكوندريا الى داخل البروتوبلاست لدراسة التغيرات الوراثية . ويمكن تعريض الخلية الناتجة عن السموم أو مشابهاً السموم لغرض انتخاب المتغيرات الوراثية .

Nuclear fusion

الدمج النووي :

ان التهجينات بين الأنواع أو التراكيب الوراثية غالباً ما تكون غير ناجحة حيث لا تتم عملية الاختصاص أو كون الجنين الناتج غير حي . ان التهجين الجسمي Somatic hybridization أو التهجين اللاجنسي يستخدم البروتوبلاست بشكل مفيد لتحقيق هذه الغاية . وعلى سبيل المثال يمكن ان يقود التهجين بين الذرة البيضاء والقصب السكري الى جعل انتاج السكر ممكناً في المناطق الجافة اذا ما تم الحصول على التهجين الجسمي بين المحصولين .

يمكن خلط البروتوبلاست من محصولين وهو ما يبقى من الخلية بعد ازالة الجدار الخلوي وجعلها تتحد بعد معاملة خاصة . فضلاً عن ذلك تتحد أحياناً الأنوية مما يوجد المعلومات الوراثية لكل أب في خلية واحدة . وهذا يوفر الدمج النووي امكانية جمع المعلومات الوراثية من آباء متباعدة من خلال عملية التهجين الجسمي .

تم دراسة التهجين الجسمي في العديد من التهجينات بين أنواع التبغ الذي يمكن انتاجها بعمليات التربية الاعتيادية . وقد دلت المقارنة على الأساس المظهري بين النسل الاعتيادي والهجين الجسمي على الدمج النووي . وكان العدد الكروموسومي للهجين المتكونة من الدمج النووي مكافئاً للمتضاعف الثنائي في التقنيات الاعتيادية ولكن في بعض الأحيان تكون أعلى من المتوقع مما يشير الى حصول دمج نووي ثلاثي (Welsh, 1981) . يمكن انتخاب الخلايا الهجينة من الخليط بتغيير الوسط الغذائي بحيث يلائم نمو الخلايا الهجينة للآباء . وقد استخدم Carlson وجماعته (1972) احتياجات النمو المختلفة للهجين للتخلص من بروتوبلاست الآباء . والبعض الآخر يستخدم العقاقير ومشابهاها لانتخاب البروتوبلاست الهجين او المعلامات الوراثية (كتنقص الكلوروفيل) للتعرف المباشر لخلايا الهجين .

يوضح الجدول ٢٠ - ٣ الهجن بين الاجناس والأنواع والتي تحققت من خلال دمج البروتوبلاست .

الجدول ٢٠ - ٣ : الهجن بين الأجناس والأنواع المنتجة من خلال الدمج النووي

الهجن بين الأجناس

الجزر × أجيبوديوم	فول الصويا × الجت
الجزر × الشعير	فول الصويا × الشعير
الجزر × البيتونيا	فول الصويا × الذرة الصفراء
الجزر × التبغ	فول الصويا × Meadow safron
الذرة الصفراء × الشوفان	فول الصويا × البزاليا
الذرة الصفراء × الذرة البيضاء	فول الصويا × السلجم
البيتونيا × فاصوليا فافا	فول الصويا × التبغ
البيتونيا × Parthenocissus	الطماطة × البطاطا

الهجن بين الأنواع

<i>Docus carota</i> × <i>Dœus capillifolius</i>
<i>Dotura innoxia</i> × <i>Datora discolor</i>
<i>Datura innoxia</i> × <i>Datora stramonium</i>
<i>Nicotiana glauca</i> × <i>Nicotiana longsdorffii</i>
<i>Nicotiana sylvestris</i> × <i>Nicotiana Knightiana</i>
<i>Nicotiana tabacum</i> × <i>Nicotiana sylvestris</i>
<i>Nicotiana tabacum</i> × <i>Nicotiana debneyi</i>
<i>Nicotiana tabacum</i> × <i>Nicotiana glauca</i>
<i>Petunia hybride</i> × <i>Petuma parodii</i>
PP 138 (1) S. L. Ladd and M. R. Paule :

يتطلب ازالة الجدار الخلوي ونمو النبات من البروتوبلاست الهجين تحويرات في وسط الزرع وظروف النمو. ان ظروف تشجيع نمو النبات من البروتوبلاست مماثلة لتلك المستعملة في الكالس. من أوليات نمو النبات من البروتوبلاست هو البدء بالانقسام الخلوي. فالجدول ٢٠ - ٤ يوضح أنواع المحاصيل التي تم فيها عزل البروتوبلاست وزراعته.

جدول ٢٠ - ٤ : أنواع المحاصيل التي تم فصل وزرع البروتوبلاست منها

الذرة البيضاء	البزاليا	القطن	الجوت
فول الصويا	الدخن	الخيار	الاسبركس
البنجر السكري	البيتونيا	الداتورة	الشعير
القصب السكري	البطاطا	الكتان	الفاصوليا
التبغ	السلجم	العنب	بيلا دونا
الطماطة	الرز	الكلم	الجزر
الحنطة	الورد	الذرة الصفراء	كازافا
		البرتقال	

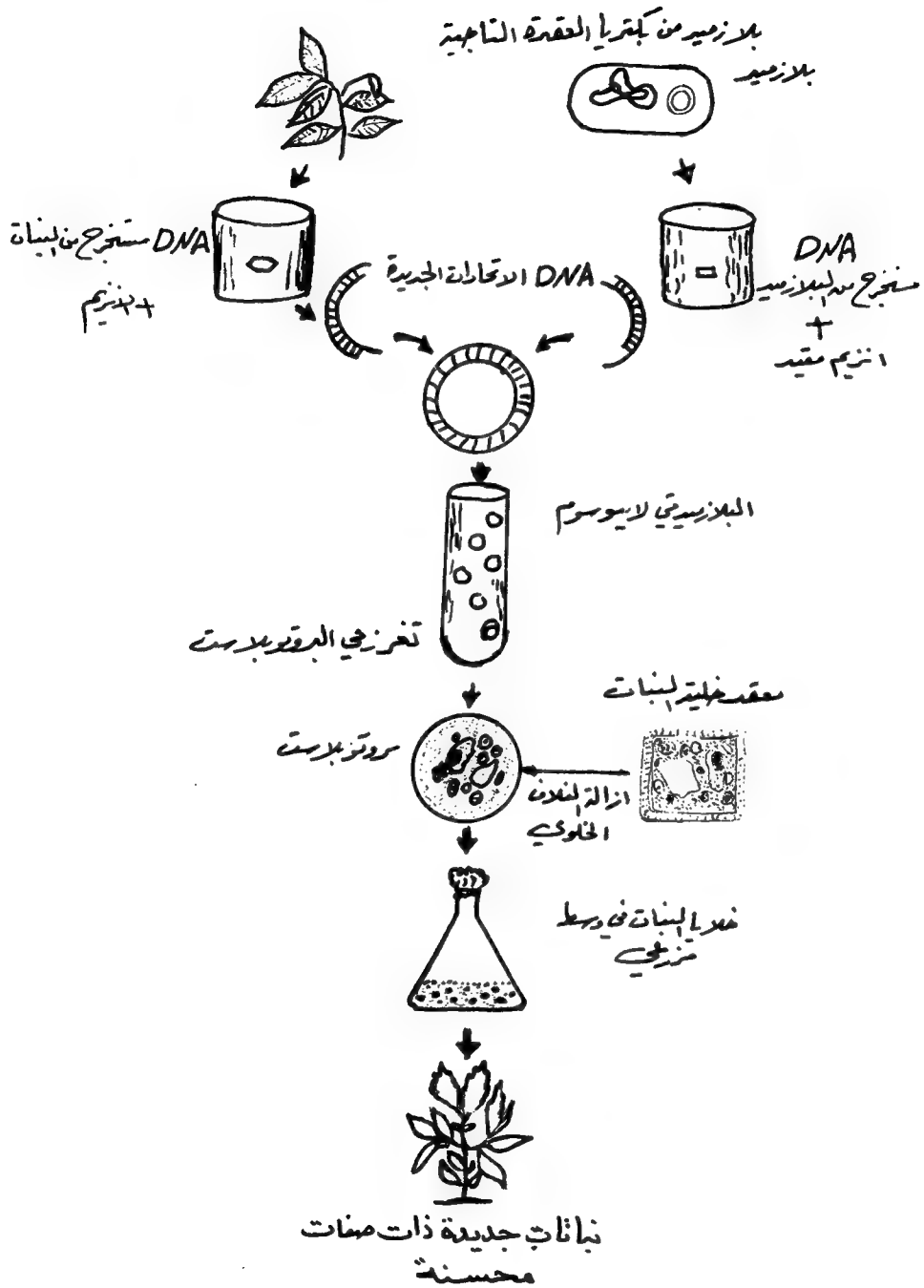
محرور عن : S.L. Ladd and M. R. Paule (1) PP139

الطرق الجزيئية لتغيير التركيب الوراثي للنبات :

في جميع الطرق التي تمت مناقشتها لحد الآن يعتمد انتاج مظهراً مرغوب فيه لخلايا النبات او جميع النبات على التغيير العشوائي للتركيب الوراثي للخلية المزروعة وبرنامج طويل للانتخاب . ولكن ماذا يحصل عندما يتم عزل جين معين ذي تأثير بارز يمكن تحويله بشكل مناسب في المختبر ثم وضعه في النبات ليعطي المظهر المطلوب ؟
رغم ان هذا كان حلماً حتى العقد الماضي الا ان التقنيات الضرورية للحصول على مثل هذه النتائج متوفرة حالياً . يدعى هذا النشاط بالهندسة الوراثية genetic engineering او بالاحرى الهندسة الوراثية الجزيئية molecular genetic engineering وهذه تشمل تقنيات عزل الجين بطرق DNA الاتحادات الجديدة بعدها تحويل الجين بتقنيات التطهير خارج الكائن الحي ثم ادخاله مرة اخرى الى النبات وتمييز التركيب الوراثي المتغير .

طرق DNA الاتحادات الجديدة :

تستند تقنية DNA الاتحادات الجديدة على القدرة على تجزئة ثم ربط شظايا الحامض النووي DNA من مصادر مختلفة (شكل ٢٠ - ١) . يجب ان تحمل احدى هذه الشظايا وهي الناقل Vector على معلومات مناسبة بحيث تسمح للحامض النووي



شكل ٢٠- ١ خطوات الهندسة الوراثية الجزيئية لتحسين أصناف المحاصيل (عن Ladd and Paule 1983 ص 140)

DNA للتضاعف داخل خلية العائل . يدخل DNA الاتحادات الجديدة الى خلية العائل حيث تصبح جزء من التكوين الوراثي للخلية ونسلها . وفي العديد من الحالات اذا ما احتوى DNA الاتحادات الجديدة على جين كامل فانه سيظهر وان تنظيم ظهوره كما لو كان جزءاً من التركيب الوراثي للخلية الأصلية . وهذه الطريقة يمكن تغيير المظهر الخارجي للخلية المستقبلية التي تلي هدف تحسين المحصول .

وصل الجين : Splicing

ان العقدة في تقنية الاتحادات الجديدة وهو وصل Splicing شظايا DNA وهناك طرق عدة تستخدم لهذا الغرض . : (١) وصل الشظايا ذات النهايات اللزجة والمنتجة بفعل انزيم محدد الاندونيوكلييز restriction Endonuclease (٢) وصل النهايات المثلومة blunt end (٣) الروابط الصناعية Synthetic linker

(٤) التذييل الصناعي Synthetic tailing

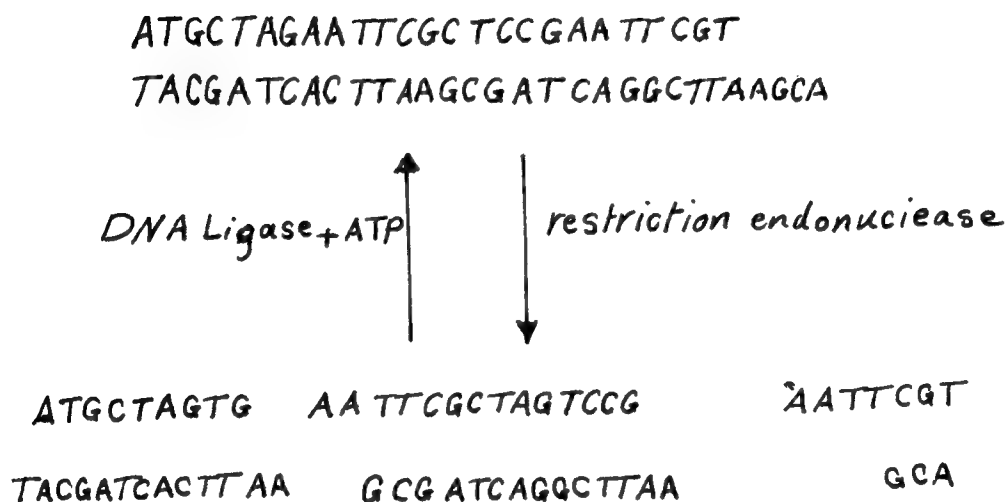
يجب ان نعرف أولاً بعزل جزيئة الحامض النووي DNA التي تحتوي على الجين الحامل لمعلومات وراثية مناسبة للنقل . لذلك فان الخطوة الاولى لاجراء تجارب الاتحادات الجديدة هو انتاج شظايا من DNA باستعمال انزيم restriction edonuclease تكون هذه الانزيمات مجموعة كبيرة عزلت من الخلايا البكتيرية .

تقوم هذه الانزيمات بفصل العمود الفقري المكون من آصرة Phosphodiester للحامض النووي DNA في مواضع معينة يتحدد موقعها بتوالي معين من القواعد في ال DNA . عادة تكفي متواليات من ٤ - ٦ قواعد ليتعرف الأنزيم عليها ويقوم الأنزيم بالقطع عندها . يعرف أكبر من ٢٠٠ انزيم من هذه الانزيمات وبأكثر من ١٠٠ من مواقع التمييز . تتوزع هذه المواضع بشكل عشوائي على جزيئة الحامض النووي . ومراراً ما يمكن الحصول على انزيم مقيد ينتج شظية كاملة من DNA تحتوي الجين المدروس . احياناً نحتاج الى توافقات من عدة انزيمات مفيدة للحصول على الشظية المطلوبة .

لصق النهايات اللزجة :

عندما يقوم الأنزيم المقيد بقطع جزيئة اللولب المزدوج لل DNA فان العديد منها يقوم بقطع متدرجة Staggered cuts في الشريطين مشجاً امتدادات قصيرة ذات شريط مفرد

على شظايا ال DNA . وحيث ان هذه الامتدادات المفردة من شظيتين ال DNA (على أساس ازدواج القواعد لواتسون وكريك) فانها تلتصق معاً ولتعيد تشكيل جزيئة طويلة من ال DNA وتحتوي على كسور في آصرة ال Phosphodiester تدعى بالثلمات nicks . تدعى هذه الانماط بالنهايات اللزجة (شكل ٢٠-٢) .



شكل ٢٠-٢ . فعل الانزيمات المقيدة Restriction Endonuclease واللابكيز Ligase على الحامض النووي DNA .
 الأشرطة غير المقترنة تكون ذات نهايات لزجة
 (عن Ladd and Paule, 1983 ص 141) .

ويتحدد توالي القواعد في الامتداد المفرد بتوالي التمييز لأنزيم ال اندونوكليز المستعمل في انتاج الشظية وليس بالقطع في DNA الأصل . لذلك فاذا انتجت شظيتين لل DNA من نوعين مختلفين بنفس الأنزيم المقيد فان بالامكان وصل ال DNA من النوعين وذلك بترك النهايات اللزجة للترافق عن طريق ازدواج القواعد . ويمكن اصلاح الثلمتين بواسطة أنزيم يدعى اللاكيز DNA Ligase وبذلك نحصل على جزيئة واحدة من DNA (شكل ٢٠-٢) . وعندما تستطيع جزيئة ال DNA الموصولة ان تتضاعف في خلية العائل عندها تدعى بجزئيات الاتحادات الجديدة لل DNA Recombinant DNA molecules .

وصل النهايات المثلومة :

Blunt End Ligation

الطريقة الثابتة لوصل القطع تعتمد على امكانية الالايكيز DNA-ligase ان يربط اثنان من شظايا ال DNA حتى وان كانت نهاياتها مثلومة (أي لا توجد امتدادات الشريط المفرد). على كل حال فان الكفاءة تكون أكبر بعشرة أضعاف عند وجود النهايات اللزجة .

الروابط الاصطناعية :

Synthetic linkers

وهذا تغيير للطريقة السابقة التي تشمل وصل النهايات المثلومة للشظايا بجزيئة DNA رابطة مصنعة كيميائياً . ويمكن زيادة كفاءة التفاعل باستعمال زيادة من الروابط . ويختار توالي القواعد في الروابط بحيث يمكن بعد وصلها الى شظايا DNA ان تقص باستخدام انزيم الاندونيكوليز المناسب لانتاج نهايات لزجة من طرف لآخر والذي يعمل بكفاءة أكبر في تفاعلات الوصل اللاحقة .

التذييل الاصطناعي :

Synthetic tailing

يمكن اضافة بوليمر خاص hopopolymer ومكمل (وهو بوليمر مؤلف من نوع واحد من النيوكليوتيد) الى أطراف اثنين من قطع ال DNA المطلوب ربطها باستعمال انزيم terminal transferase . يستعمل هذا الانزيم مركب nucleoside triphosphates لتطويل احد أشرطة ال DNA في النهاية المثلومة . فعلى سبيل المثال يمكن اضافة البوليمر الخاص للجوانين (G) الى احدى الشظايا وبوليمر الساييتوسين (C) الى الشريط الآخر . وحيث ان الجوانين والساييتوسين يزدوجان حسب قاعدة واتسون- كريك فإن هذه النهايات تكون لزجة احدها نحو الآخر ويمكن وصلها بكفاءة لتكوين جزيئة الاتحادات الجديدة .

النواقل :

Vector

استخدمت أولى تجارب الاتحادات الجديدة للحامض النووي DNA بلازميد Plasmid البكتريا كناقل والخلايا البكتيرية كمائل . البلازميدات عبارة عن جزيئات صغيرة من DNA دائرية وتتضاعف ذاتياً في الخلية البكتيرية . تحمل البلازميدات جيناً واحداً أو أكثر تحمل المقاومة الى المضادات الحيوية لخلايا العائل . وفي تجارب الاتحادات

الجديدة للحامض النووي DNA يستطيع بلازميد الاتحادات الجديدة التضاعف في الخلية البكتيرية وتظهر جين المقاومة للمضادات الحيوية المحمول في حامضها النووي. ويسمح هذا الظهور في المقاومة للمضادات الحيوية في الانتخاب للخلايا التي تحمل البلازميد عندما يستعمل المضاد الحيوي الملائم لقتل الخلايا التي لا تحمل البلازميد. الانتخاب مهم جداً بسبب ان ١ : ١٠ : ١ الى ١ : ١٠ : ١ من الخلايا التي تستطيع اخذ الاتحادات الجديدة للحامض النووي (أي تتحول transformed). ففي أنظمة النبات هناك شكلان من DNA تبدو واعدة للاستعمال كنواقل : الأول ذات أصل فيروسي من فيروسات النبات والبلازميدات من البكتيريا المرضية *Agrobacterium*

Plant viruses

فيروسات النبات :

رغم ان جميع فيروسات النبات لها حامض نووي من النوع RNA وليس DNA كمادة وراثية وليست مفيدة كنواقل في تجارب الاتحادات الجديدة للحامض النووي الا ان لبعضها جينومات DNA ذات شريط مزدوج. وتستطيع ان تعمل كنواقل. وعلى سبيل المثال الحامض النووي DNA لفيروس القرنايط المبرقش يمكن ان يسبب الإصابة وإنتاج جسيمات الفايروس عندما تدلك على أوراق حساسة. ويمكن وصل شظايا DNA اضافية وبطول حتى طول (٢٥٠) زوجاً من القواعد مع DNA الفايروس واكثارها على أوراق النبات. ان هذه المحدودية في قدرة الفايروس على تحمل قطعة DNA اضافية تحد من استعماله كنواقل. ويمكن ان تقود عملية إعادة تركيب DNA الفايروس بطرق الاتحادات الجديدة الى شكل أكثر ملائمة لحمل جين كامل. ويمكن التغلب على مشاكل مماثلة لاستعمال الفيروسات البكتيرية كنواقل. وهناك مشكلة أخرى أكثر خطورة وهي إمكانية بقاء DNA الفيروس الناقل في سايتوبلازم الخلية للتضاعف والنشاط. وإذا لم ينقل الى النواة ويتحد مع DNA الكروموسوم في خلية النبات فانه من غير المحتمل ادخال صفات مورثة الى النبات.

Crown Gall Plasmid

بلازميد التضخم التاجي :

تسبب البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* وأقرباؤها مرض التضخم التاجي في النبات بنقل بلازميد يسبب الورم وهو بلازميد Ti الى الخلية النباتية. تدمج قطعة معينة من بلازميد Ti وهي T-DNA في DNA نواة النبات العائل التي تورث كجزء من التركيب الوراثي لخلية النبات المتحولة. ويتم التعبير عن الجينات الموجودة في T-DNA

ومن بين اشياء اخرى تحفز هذه الجينات الخلايا النباتية للنمو بسرعة (وهو نوع من سرطان النبات). ويمكن انتخاب الخلايا من مزارع الكالس أو أقراص جذرية متحولة بهذه الطريقة ، عن طريق قدرتها على النمو من دون اضافة الهرمونات ان القدرة الانتخابية للخلايا المتحولة هي احدى المواصفات الحرجة والمطلوبة في ناقل الحامض النووي DNA. ويفترض التعبير عن ال DNA الغريب والمغروس في مناطق من ال T. DNA وبذلك يغير من التركيب الوراثي للخلية النباتية بالاتجاه المرغوب فيه . والابحاث جارية عن المناطق في T- DNA ويمكن ان يستعاض عنها ب DNA غريب . ويظهر أنه لا توجد حدود عملية لحجم شظايا DNA يمكن ادخالها في بلازميد Ti . فقد ادمج جينات يبلغ اطوالها حتى ٤٠,٠٠٠ زوج من القواعد . التحديد في استعمال بكتريا *A. tumefaciens* هو في عدم قدرتها على اصابة النباتات ذات الفلقة الواحدة . ويمكن هندسة هذه الصفة خارج الكائن و T- DNA باستخدام المعالجة الوراثية المناسبة .

Transformation

التحول :

وهي تتضمن عملية ادخال الحامض النووي DNA في الخلية النباتية ويمثل الخطوة التالية في الهندسة الوراثية الجزيئية . يمكن للبروتوبلاست المحضر بصورة طازجة للخلايا النباتية ان يأخذ ال DNA بشكل فعال من الوسط المحيط به . ويمكن تنشيط هذه العملية باضافة مواد Polycation (مثل diethylaminoethyl-dextran أو Poly-L-lysine أو Poly-L-ornithin . لذلك يمكن مزج البروتوبلاست مع تحضيرات ل DNA الاتحادات الجديدة ويشمل ال DNA المبني باستعمال نواقل ملائمة للاكثار والانتخاب في الخلايا البكتيرية فان بعض الخلايا النباتية ستكسب ال DNA .

احدى المشاكل المتعلقة بالطريقة السابقة هي وجود الانزيمات التي تحلل الحامض النووي DNA في الوسط المحيط بالبروتوبلاست . وفي بعض أنواع النبات يتم تحلل الحامض النووي DNA في الوسط المحيط بالبروتوبلاست . وفي بعض أنواع النبات يتم تحلل الحامض النووي الطليق والمدخل الى الوسط بسرعة بحيث تختزل كفاءة أخذ الحامض النووي DNA ولنوع مثل هذا التحلل فانه يمكن تعبئة الحامض النووي DNA قبل ادخاله الى الوسط . فعلى سبيل المثال يمكن تغليف الحامض النووي ببروتينات معينة يكون عملها الاعتيادي حماية الحامض النووي DNA للفائرس (مثل بروتين الرأس Capsid protein لفيروس موزايك التبغ) . طريقة اخرى يمكن ترك الحامض النووي للاتحادات الجديدة داخل الخلية البكتيرية العائلة والتي يتم تحويلها الى بروتوبلاست بالمعاملة

بانزيمات محللة lysozyme treatment. ويمكن لهذا البروتوبلاست البكتيري الاندماج مع البروتوبلاست النباتي. بحيث يختلط الساييتوبلازم للخليتين وبذلك يدخل DNA الاتحادات الجديدة في الخلية النباتية دون ملامسة الوسط خارج الخلية extracellular medium.

ولذلك وعلى الرغم من الصعوبات التقنية في ادخال الأحماض النووية DNA في الخلايا النباتية يمكن استعمال البروتوبلاست بصورة مؤثرة لانتاج خلايا نباتية ذات تركيب وراثي آخر. ويمكن استعمال هذه الخلايا لتوليد نباتات ذات تركيب وراثي آخر (Kleinhofs, Kado 1980).

المشاكل والحلول المقترحة :

تناولنا في الفقرات السابقة ميكانيكية ادخال الجينات الجديدة في الخلايا النباتية هناك خطوات اضافية اخرى تساهم في التعبير الصحيح وعلى الجين بعد ادخاله للخلية. ويمكن ان تنشأ المشاكل في أي من الخطوات التالية.

Replication

١. التكرار:

بعد ادخال الحامض النووي DNA في جينيوم خلية النبات العائل فانه يجب ان يتكرر بحيث تستلم كل خلية بنتية نسخ من الجين الجديد. ففي خلايا الكائنات ذات النواة الحقيقية Eukaryotes تبدأ كل جولة من تكرار الحامض النووي DNA في عدد كبير من المواضع ضمن كل كروموسوم. تدعى هذه المواضع بمناشيء التكرار replication origins وهي عبارة عن متواليات معينة ضمن الحامض النووي DNA. تختلف هذه المتواليات قليلا في كل نوع. بحيث ان المناشيء من بعض الأنواع (مثل تلك الموجودة في جينات عزلت من البكتريا) غير فعالة في الحامض النووي DNA للنبات. وقد يؤدي هذا الى تكرار شاذ لقطعة الـ DNA المغروزة. من الممكن الحصول على تكرار اعتيادي من مناشيء نباتية بعد قطعة DNA المغروزة.

Gene expression

٢. التعبير الجيني

يحتاج تحويل المعلومات الوراثية الموجودة في الحامض النووي للخلية الى بروتين فعال ووجود عدد من متواليات القواعد الخاصة. تشترك هذه المتواليات وبدرجات متفاوتة في تمييز الانزيمات التي تنتج نسخة من الحامض النووي الريبوزي RNA من متواليات

الحامض النووي DNA وذلك بواسطة انزيمات تعمل على المستنسخ الأولي Primary transcript للحامض الريبوزي RNA وتحوله الى RNA ناضج وفعال ، كذلك البروتينات التي تشترك في ترجمة المعلومات التي يحملها الحامض الريبوزي الى متوالية بروتينية . تحتاج كل من هذه العمليات متوالية تعرف خاصة موجودة على ال DNA ولم يتضح للآن ان كانت هذه الاشارات متباعدة في جميع الأنواع .

٣. التنظيم الجيني : Gene Regulation

ان فهم كيفية تنظيم التعبير الجيني مهم في استخدام الاتحادات الجديدة الوراثية على المستوى الجزيئي . وفي الواقع فان تنظيم التعبير الجيني مفهوم بشكل قليل جدا في النباتات والحيوانات الراقية . يجب ان يعبر عن الجين في النسيج الملائم . فالجينات التي تنتج اصباغا في عملية التركيب الضوئي لها فائدة قليلة في خلايا الجذر التي نادرا ما ترى الضوء .

٤. التعبير المظهري : Phenotypic expression

وهذه احدى المشاكل التي من الصعب حلها . فالبروتينات تعمل في بيئة معينة وعندما تعاد زراعتها في بيئة جديدة قد لا تعمل بصورة فعالة . فعلى سبيل المثال يحول معقد الأنزيم الذي يثبت النتروجين الجوي للبكتريا التعايشية الرايزوبيوم Rhizobium في البقوليات غاز النتروجين الجوي الى أمونيا وهو شكل يستفيد منه النبات . احد اهداف مهندسي الوراثة هو اختزال الحاجة الى الأسمدة النتروجينية باذخال معقد الجين الى النباتات غير البقولية . ولسوء الحظ فان احد الانزيمات في المعقد حساس جدا لوجود الأوكسجين ويعمل فقط في جولا هوائي كالذي يتوفر في العقد الجذرية للنباتات البقولية . لذلك فان ادخال جينات هذا الانزيم في النبات لايعطي النتائج المرغوب فيها لتثبيت النتروجين ما لم تتم حماية هذا الانزيم . ان حل هذه المشاكل يتطلب الحصول على معلومات أساسية حول نشاط الخلية النباتية .

وحيث ان أساس مشاكل عمل الجين والتعبير عنه يقع في متوالية النيوكليوتايد والتي يمكن حلها عن طريق تغيير الجين قبل ادخاله الى الخلية النباتية فإنه تتوفر تقنيات جديدة تسمح في احداث تغيرات في متوالية الحامض النووي DNA بصورة سهلة ودقيقة .

٥ . متوالية الحفاز :

Promoter sequence

تتضمن الخطوة الأولى في التعبير عن الجين تصنيع نسخة من الحامض النووي الريبوزي RNA من الحامض النووي DNA. ان بداية ونهاية قطعة الحامض النووي DNA المطلوب نسخها تعين بمتواليات معينة للـ DNA وهي متوالية الحفاز Promoter والمنهي terminator على التوالي. كذلك توجد في منطقة الحفاز متوالية قصيرة (ربما يكون طولها أقل من ١٠٠ قاعدة) تعمل كمناطق لتنظيم التعبير عن الجين. ومن دون هذه المتواليات فاما لا يمكن التعبير عن هذا الجين تماما او يعبر عنه بشكل شاذ وغير مسيطر عليه. وليس بالضرورة ان تحمل الجينات الداخلة الى الخلية بتقنيات الاتحادات الجديدة للحامض النووي DNA متواليات مناسبة للحفاز والمنهي معها. ولكن يمكن استعادة هذه المتواليات من الجينات التي يعرف انها تعمل بشكل مناسب في النبات العائل. فالجين الذي يفتقر الى حفاز فعال يمكن غرضه بعد حفاز العائل downstream ويعني هذا المصطلح الاتجاه الذي يحصل به استنساخ الحامض النووي DNA الى الحامض الريبوزي RNA. وسيتم استنساخ الجين المغروز عندما يبدأ حفاز العائل عملية الاستنساخ في جينات العائل المرافقة.

٦ . متواليات التنظيم :

Regulatory Sequence

كلما حصل المزيد من المعلومات حول عمل متواليات المنظم فان بالامكان الحاق متواليات التنظيم المناسبة للجين المغروز. فعلى سبيل المثال الحاق أوبيرون اللاكتوز (lac) lactose operon الذي يسيطر على منطقة من الجينات المكلونة من بكتريا القولون *E. coli*. وتم التعبير عن الجين المغروز تحت الظروف التي يعبر عنه أي عندما يضاف اللاكتوز الى وسط النمو للخلايا.

٧ . الجينات المصنعة كيميائيا :

وبعني تصنيع الجينات وفق متواليات معينة للـ DNA كيميائيا. وتتوفر طرق بسيطة لتصنيع أي متوالية قصيرة للحامض النووي DNA اما في أنبوبة اختبار بطرق كيميائية تقليدية أو أوتوماتيكيا باستعمال ماكنة تدعى مصنع الحامض النووي (DNA Synth-esizer). فيمكن صناعة جزيئات تحتوي على متواليات الحفاز أو المنظمة او مناطق محورة من متواليات الجين وحتى جين كامل. ويمكن استعمال شظايا الـ DNA هذه محل

الشظايا غير المرغوب فيها في الجينات المعزولة لانتاج جين مصمماً ليعمل وفق نمط خاص . أحد الأمثلة الشائعة هو الحاق متوالية DNA مصنعة للهورمون البشري Somatostatin (وهو هورمون مهم يعمل على منع افراز هورمون النمو) الى نهاية أول جين في أوبيرون اللاكتوز lac في بكتريا القولون . ويعمل هذا الجين في بكتريا القولون مادام سكر اللاكتوز موجودا في الوسط وينتج البروتين الذي يحمل معلوماته أول جين هورمون السوماتوستاتين ملحقا بسلسلته البروتينية وتم فصل الأنزيم الملحق بالبروتين في حالة نقية كما تم فصل هورمون السوماتوستاتين الفعال بايولوجيا كيميائيا من الأنزيم . أوضحت هذه التجربة ان بالامكان تصميم جزيئات فعالة من ال DNA باستعمال شظايا ال DNA كما برهنت على الامكانية الهائلة لخلق التباين الوراثي بشكل مسيطر عليه في نباتات المحاصيل .

الاستخدامات المستقبلية : Screening of Variants

توفر تقنيات التربية خارج الكائن الحي لكي يستعملها جميع مربى النبات وعلماء الوراثة في بعض مجالات عملهم . وفيما يلي ملخص لأهم الامكانيات الكامنة واستعمالات هذه التقنيات وتأثيرها في تحسين المحاصيل .

آ- غريلة المتغايرات :

ان سهولة زراعة الأنسجة تقود الى الغريلة والانتخاب للعديد من الصفات . فاذا كان المطلوب المقاومة للأملاح وكما فعل العديد من الباحثين يضاف الملح الى مزرعة الخلايا وتكثر الخلايا المقاومة . واذا كان الهدف المقاومة للأمراض فيمكن اضافة بعض نواتج المسبب المرضي كالسموم الى الخلايا المزروعة كما حصل في الذرة الصفراء ، والقصب السكري لسوء الحظ فان العديد من المسميات المرضية لا تنتج سموما مرضية وهذا تحدد من الانتخاب خارج الكائن الحي . وقد تضاف بعض المواد الكيميائية مثل مبيدات الادغال Herbicides أو الملوثات الى الوسط لغرض الانتخاب .

ان تفاعل خلية في المزرعة لا يماثل ذلك التفاعل للنبات المتولد منها في الحقل أو أن صفات المتغاير والمتنخبة خارج الكائن الحي لا تورث . كذلك من المحتمل جدا حصول طفرات غير مرغوب فيها في الخلية او الخلايا حالها حال الطفرات المرغوب فيها لذلك فان النبات المتولد منها والذي يحمل الصفة المرغوب فيها قد يحمل صفة أو صفات غير مرغوب

فيها وقد حصل هذا في احدى كلونات القصب السكري العالمي الانتاج والمقاوم للمرض والمتخب من خلال النظام المزرعي ولكنه لسوء الحظ له قة ضعيفة وهشة . مما يجعل النبات حساسا للكسر. لذلك يجب توفير طرق غريلة لازالة الطفرات غير المرغوب فيها . ويجب الغريلة تحت ظروف الانتاج التجاري للمحصول لانها ستحدد وبشكل مؤثر مدى فعالية الانتخاب على مستوى الخلية المفردة.

ب - حفظ الاصول الوراثية : Germplasm conservation

يمكن ان توفر تقنيات التربية خارج الكائن الحي المساعدة في مجال حفظ الاصول الوراثية وبذلك تمنع من فقدان التباين الوراثي في نباتات المحاصيل . يبدو ممكنا الآن حفظ المواد الوراثية من خلال cryogenic system والذي يبق درجات الحرارة على درجة - ١٩٦°م لتخزين الكالس أو مزارع الخلايا . ويبدو ان عدم الاستقرار خارج الكائن الحي ظاهر وبشكل فعال في الخلايا المنقسمة او المزارع الخلوية التي وصلت الى اقصى كثافة لذلك فان يقل بشكل كبير بالخنز على درجات الحرارة المنخفضة ويتم بذلك تجنب التغيرات الوراثية .

ج - الاكثار : Propagation

يمكن استعمال الأنظمة خارج الكائن الحي للاكثار الكمي للتركيب الوراثية المنتخبة وبشكل لانهائي ان رغب بذلك . فاذا تم انتخاب التركيب الوراثي المرغوب فيه سواء ضمن او خارج بيئة المزرعة فانه يمكن زراعته واكثاره ثم تحويله الى نباتات . ومن الناحية النظرية فان جميع النباتات المولدة لها نفس التركيب الوراثي للنسيج الأم . لذلك يمكن اكثار التركيب الوراثية المرغوب فيها دون الخوف من فقدان أليلات مفردة كما هو الحال في أنظمة الاكثار الجنسي .

عملية الاكثار ليست دائما سهلة اما بسبب وراثي أو عدم استقرار كروموسومي للخلية ومزارع الأنسجة وهي شائعة في العديد من الأنواع . لذلك يكون من غير الممكن احيانا اكثار تركيب وراثي معين . وقد تحصل عدة تغيرات وراثية في نظام المزرعة ويظهر ان عدم الاستقرار ضمن الخلية تسيطر عليه عوامل وراثية ويمكن ايجاد سبل وراثية او كيميائية للحصول على الاستقرار المنشود في المزرعة .

ان الانظمة المزرعية كفوءة في اكاثر النباتات الخالية من الأمراض من خلال زراعة المرستيم. فالمرستيمات meristems تكون عادة خالية من المسببات المرضية Pathogen او يمكن معاملتها للتخلص من هذه المسببات وتكون مزارع المرستيمات مستقرة وراثيا بصورة نسبية. لذلك فان مزارع المرستيمات توفر طريقة للاكاثر الكمي للنباتات الخالية من الأمراض وذات تركيب وراثي ثابت. ان هذه التقنية مستغلة من الناحية التجارية في نبات الأوركيد والبطاطا والقرنفل والعنب والشليك حيث تزرع وتسوق حول العالم ومن عدة سنوات. وقد أشار Phillips و (1979) Collins الى انتاج نباتات من البرسيم الأحمر خالية من الفايروس باستعمال زراعة المرستيم.

د- الهندسة الوراثية الجزيئية :

كلما عرفنا أكثر عن وجود او غياب بروتين معين ويؤثر في المظهر الخارجي للنبات فاننا نكون قادرين على تخمين كيفية اضافة او ازالة جين والتي لها علاقة بتحسين نبات المحصول. وعندما نعرف أكثر عن التعبير وتنظيم الجينات فاننا نستطيع تصميم جين اتحادات جديدة ذي توالي تنظيم وحفاز معين بحيث يستطيع التعبير عنها في أنسجة النبات الملائمة والمفيدة في تعبير التركيب المظهري. كذلك يمكن تغيير توالي الأحماض الأمينية في البروتين (بتغيير الجين) بحيث يمكن ازالة الصفات غير المرغوب فيها منه ، وفي الحقيقة سيتمكن قريبا تصميم المحصول بنفس الطريقة التي نصمم بها المكائن الزراعية.

استخدمت تقنية زراعة الخلايا العديد من طرق دراسة الكائنات الدقيقة. هناك اختلافات تتعلق بالتنظيم النووي والكروموسومي بين الكائنات الدقيقة والخلايا النباتية التي تحتم تحويل التقنية.

توفر تقنيات الانظمة خارج الكائن الحي مثل زراعة الكالس ، والخلايا والبروتوبلاست والاعضاء ، وتقنيات DNA الاتحادات الجديدة فرصة ممتازة لدراسة الخلية النباتية التحوير الوراثي ، استحداث التباين الوراثي ، الانتخاب والاكاثر. وهذه أدوات يجب استغلالها بشكل كامل وفي المدى القصير تبدوا الفوائد واعدة وفي المدى البعيد يكون التطوير كبيرا.

1. Ladd, S.L. and M.R. Paufe (1983). In Vitro crop Breeding. In Crop Breeding ASA Monograph. DiR. Wood ed. American Society of Agronomy and Crop Science of America Madison. WI. pp 131.
2. Nabors M.W. (1976) Using spontaneously occurring and induced mutations to obtain agriculturally useful plants. Bio Science 26: 761 — 768.
3. Scowcrott, W.R. (1977). Somatic cell genetics and plant improvement. Adv. Agron. 29: 39 — 81.
4. Skirvin, R.M. 1978. Natural and induced variation in tissue culture. Euphytica 27: 24 — 266.
5. Murashige, T. 1974 plant propagation through tissue culture. Ann. Rev. plant physiol. 25: 135 — 166.
6. Schaefer, G.W., P.S. Baenziger, and J. Worley 1979. Haploid plant development from anthers and in vitro embryo culture of wheat: Crop Sci. 19: 697 — 702.
7. Collins, G.B. 1977. Production and utilization of anther derived haploids in crop plants. Crop Sci 17: 583 — 586.
8. Welsh, J.R. (1981). Fundamentals of plant genetics and Breeding. John Wiley Sons pp 252.
9. Carlson, P.S., H.H. Smith, and R. Dearing. (1972). Parasexual interspecific plant hybridization proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 69: 2292 — 2294.
10. Kado, C.I., and A. Kleinhofs (1980). Genetic modification of plant cell. through uptake of foreign DNA p 47 — 80. In. I.K. Vasil (ed). Perspectives in plant cell and tissue culture. Int. Rev Cytol. Suppl. 11B.
11. Gengenbach, B.G., and C.E. Green. (1975). Selection of T-cytoplasm maize callus cultures resistant to *Helminthosporium maydis* race T pathotoxin. crop Sci. 15: 645 — 649.
12. — — — — —, C.E. Green, and C.M. Donovan. (1977). Inheritance of selected pathotoxin resistance in maize. plants regenerated from cell culture. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 74: 5113 — 5117.
13. Heinz, D.J. (1972). New Procedures for sugarcane breeders. Pra. Int. Soc. Sugarcane Technol. 14: 372 — 380.
14. — — — — —, G.P. Mee, and L.G. Nickell (1969). Chromosome numbers of some saccharum species hybrids and their cell suspension cultures. Am. J. Bot. 56: 450 — 456.

15. Phillips, G.C., and G.B, Collins. (1979). Virus symptom – Free plants of red clover using meristem culture. Crop Sci 19: 213 – 216.

الفصل الحادي والعشرون

تربية المحاصيل المهمة

Breeding The Important Field Crops

تربية الحنطة

تربية الشعير

تربية الذرة الصفراء

تربية فول الصويا

تربية القطن

تربية التبغ

المصادر

الفصل الحادي والعشرون

تربية المحاصيل المهمة

تربية الحنطة

Wheat Breeding

مقدمة :

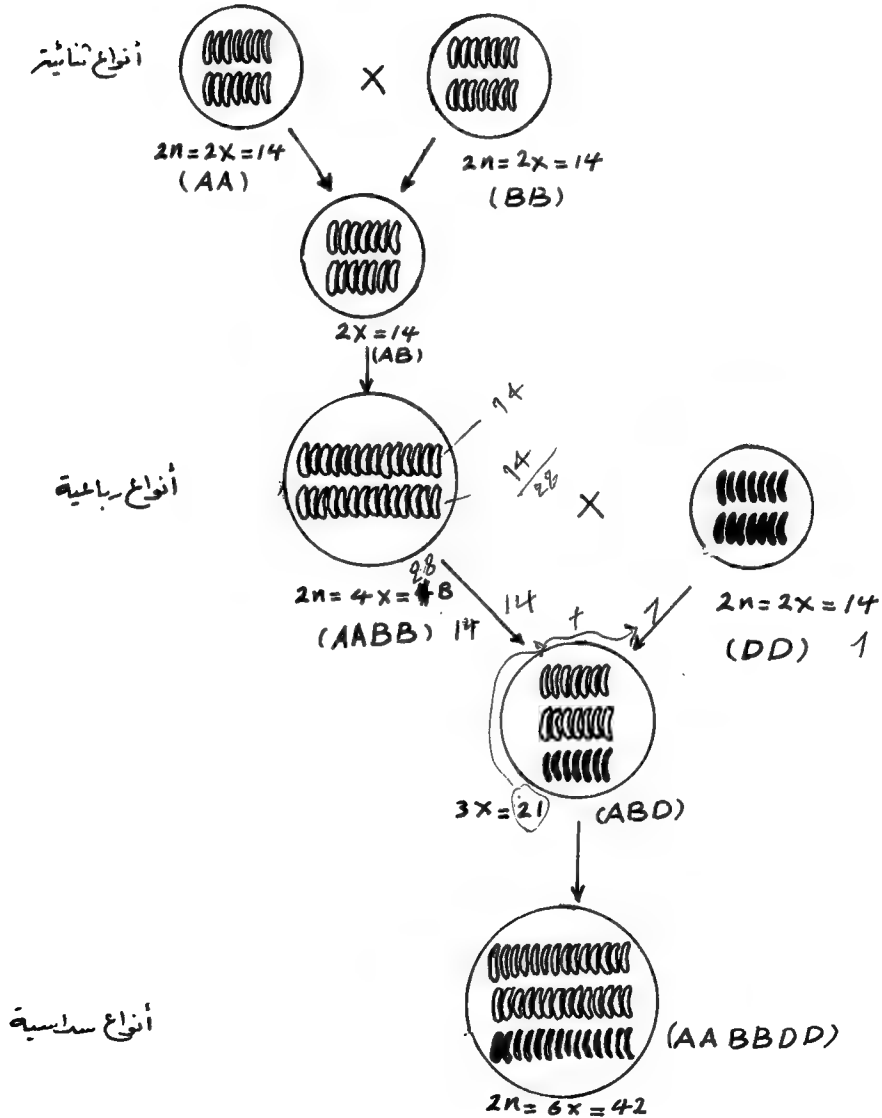
تعد الحنطة من المحاصيل الرئيسية في المناطق المعتدلة من العالم . تتركز زراعة الحنطة في المناطق التي تكون حارة صيفا وباردة شتاء رغم امكانية تنميتها تحت مدى واسع من الظروف البيئية فقد زرعت الحنطة في مصر واليونان قبل التاريخ . ودلت الحفريات في العراق على وجود حبوب للحنطة يقدر عمرها بـ ٦٧٠٠ سنة كما وجدت حبوب حنطة في الهند يبلغ عمرها ٥٠٠٠ سنة . تحتوي حبوب الحنطة على الجلوتين Gluten الذي يعطيها صفة القابلية على صناعة الخبز . والشيلم هو المحصول الجبوبي الوحيد الذي يحتوي على الجلوتين ولكن كميته أقل بكثير مقارنة بالحنطة .

المنشأ والتصنيف :

تطورت الحنطة في الطبيعة وتحت الضغط الانتخابي للإنسان منذ الوقت الذي زرعت فيه . وتم جمع الأنواع المزروعة والبرية للحنطة تحت الجنس نفسه Triticum ويشير توزيع الحنطة البرية والحشائش القريبة الى نشوء الحنطة في الجنوب الغربي من آسيا في العراق في وديان دجلة والفرات ومنها انتشرت الى بقية انحاء العالم .

المنشأ الوراثي للحنطة مهم من حيث اظهارها دور التضاعف الخلطي Allopolyploid في نشوء وتطور الانواع وكيفية جمع التراكيب الوراثية للأنواع البرية

لاعطاء المحاصيل المهمة من الناحية التجارية. يمكن تجميع أنواع الحنطة تحت الجنس .
Triticum وأقربائها الى ثلاث مجموعات وهي : ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid
ورباعية المجموعة الكروموسومية Tetraploid وسداسية المجموعة الكروموسومية
Hexaploid وبأعداد كروموسومية $2n$ ١٤ و ٢٨ و ٤٢ كروموسوم على التوالي (شكل
٢١-١).



شكل ٢١-١. منشأ الحنطة الرباعية Tetraploid والسداسية Hexaploid

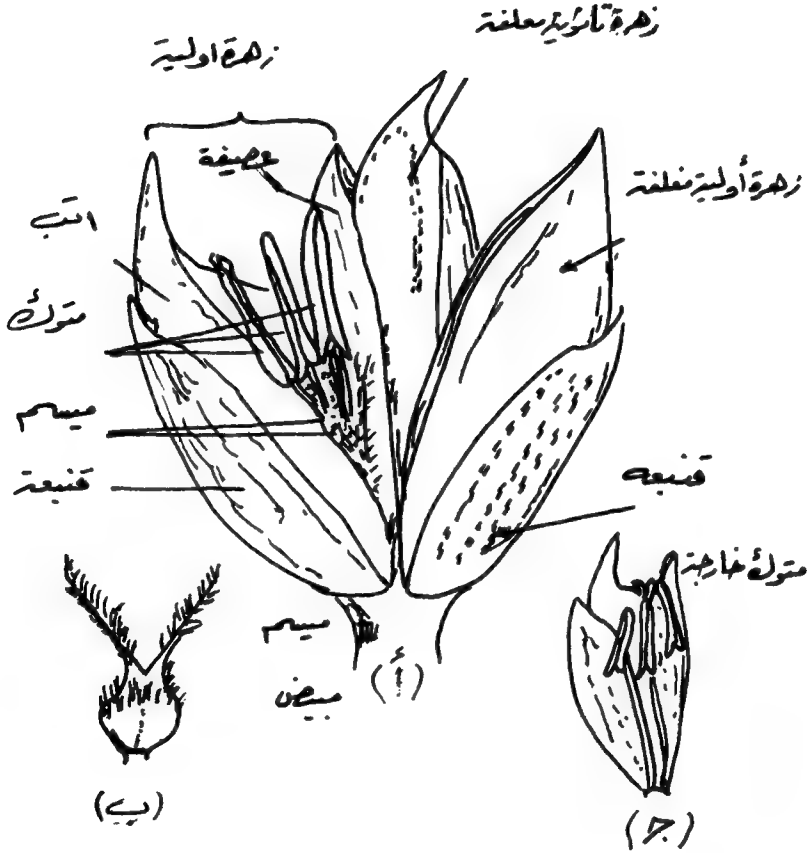
نشأت الأنواع الرباعية كمتضاعفات خلطية من اثنين من الأنواع الثنائية المجموعة كما يتضح من الشكل ٢١-١. أما الأنواع السداسية فقد نشأت من إضافة جينوم ثالث الى السلسلة الرباعية. ويقترح من الأدلة على ان الحنطة الرباعية ايمر (AA BB) نشأت من تضاعف خلطي شمل النوع *T. monococcum* (AA) وهو النوع البري الوحيد الحبة *Wild Einkorn* والذي له النوع المزروع *T. boeoticum* من النوع *T. Speltoids* الذي له الجينوم (BB) أو أقربائها. للحنطة الرباعية نوعان هما: *T. turgidum* (AA BB) والثاني *T. temopheevii* وفيه جينوم BB محور، أي (AA GG).

وبالمثل نشأت الحنطة السداسية من تضاعف خلطي بين الرباعية ايمر (AA BB) مع *T. squarrosa* التي تحمل الجينوم DD (شكل ٢١-١). وتم الحصول على حنطة سداسية تشبه *T. spelta* (AA BB DD) وتكون هجين خصب معها من التضاعف الخلطي بين النوع *T. dicoccoides* (AA BB) و *T. squarrosa* (DD). توزعت كروموسومات الحنطة السداسية (٢١ كروموسوم في الكاميئات) على سبع مجموعات متشابهة homoeologous كل منها يحتوي كروموسومات متشابهة جزئيا من الجينومات A و B و D. وتنشأ الكروموسومات المتشابهة نتيجة للافتراق التطوري ويمكن لها أن تقترن جزئيا Partial pairing لذلك يلاحظ في الحنطة السداسية ثنائيات متعددة multivalent خلال الانقسام الميوزي ولكن عادة توجد اقترانات ثنائية الكروموسوم bivalent فقط. وقد وجد ان هذا يعود الى طفرة في كروموسوم (5) في جينوم (B) الذي يمنع اقتران بين الكروموسومات المتشابهة. وحديثا تم الحصول على ضروب ناقصة التضاعف aneuploidy بشكل ضروب احادية الكروموسوم monosomic او فاقدة لزوج كروموسومي nullosomic والتي ساعدت هذه الضروب كثيرا في التربية والتحليل الوراثي. وفي الوقت الحاضر تم التعرف على ٤٥٠ جين وعينت مواقعها على كروموسومات الحنطة (Sinha and Sunita, 1982).

التهجين :

النورة الزهرية في الحنطة هي سنبله تحمل سنييلات spikelets. كل سنييلة لها عدة زهيرات florets تتصل الى سويق مركزي مختزل الى حد كبير. في قاعدة السنييلة هناك زوج من القنايع glumes تحيط بالزهرة. في قاعدة كل زهرة عسيقة lemma وفوقها الأتبة Palea. تحمل العسيقة عادة سلفا اسطوانية طويلة في قبتها كامتداد للعرق الوسطي. ويكون غلاف الزهرة Perianth أثريا بشكل فليسات les في قبتها غشائية.

لكل زهرة ثلاثة أسدية ذات خويط طويل ومتوك ومبيض ovary وحيد الغريفة uni-ocular وميسمين رئيسيتين ، الشكل ٢١-٢ يوضح تركيب السنبلة وزهرة الحنطة . عادة تكون بعض الزهيرات العلوية والسفلية عقيمة . تبدأ الزهرة بالانفتاح بعد عدة أيام من خروج السنبلة من غمد ورقة العلم . وخلال العملية تفتح القنايع وتبرز المتوك وتعطي حبوب اللقاح الناضجة .



شكل ٢١-٢ . (أ) سنبلة حنطة . الزهرة الأولية الى اليسار مفتوحة مظهرة المتوك الثلاثة وجزءاً من الميسم . (ب) مدقة زهرة الحنطة . (ج) زهرة يظهر منها المتوك بعد التزهير (عن Poehlman, 1983 ص 176) .

يكون التلقيح الذاتي سائداً في الحنطة وان مدى التلقيح الخلطي أقل من ١٪ . خلال عملية التهجين يتم اخصاء النبات الأم بإزالة المتوك الثلاثة وهي خضراء ثم تغلف بكيس خاص وتلقيح بلقاح الأب بعد يوم أو يومين من الاخصاء . تجري عملية الاخصاء

قبل يوم واحد من اطلاق اللقاح بقص القنايع وإزالة المتوك بواسطة ملقط مدبب . وتجري عملية التلقيح بعد يوم أو يومين من الإخصاء بكسر متك ناضج فوق الميسم . اذا كان حالة عقم ذكري وسائتوبلازمي في الحنطة فانها تلغي الحاجة الى عملية الإخصاء . تزال في وقت الإخصاء الأزهار غير الناضجة أو المفتحة من السنبلة .

التربية :

أثبتت القدرة الكامنة لتقنيات تربية النبات قدرتها في تربية وتحسين الحنطة . فقد لعب تحسين الحنطة دوراً رئيساً في اصلاح النقص الغذائي في العالم وكذلك في الثروة الخضراء في المكسيك والهند والباكستان والعراق . وتشكل في الوقت الحاضر وفي أغلب الدول المتقدمة مراكز ومعاهد خاصة في تربية الحنطة حيث تجرى أعمال التحسين وإنتاج الأصناف ذات الميزات الانتاجية العالية جداً في أوروبا وأمريكا والاتحاد السوفياتي والصين واليابان والهند .

طرق التربية في الحنطة :

١ . الإدخال ٢ . الانتخاب ٣ . التهجين ٤ . الطفرات ٥ . التربية خارج الكائن الحي .

١ . الإدخال :

في المراحل الأولى من برامج التربية تركز الجهود على تطوير الضروب الملائمة من الأصناف المحلية . وقد لعب الإدخال دوراً رئيساً في تطوير زراعة الحنطة في الولايات المتحدة وكندا بسبب كون الحنطة غير مستوطنة في القطرين . كذلك لعب الإدخال دوراً رئيساً في العراق لإدخال أصناف جديدة من الحنطة مثل إدخال المكسيك ، نوري ٧٠ ، أراس ، كوكورت من ٧١ ، سناتور كابللي وذلك لضعف برامج التربية . ويتم إدخال أصناف مكسيكية أخرى حمراء البذور مثل سونورا ٦٣ وسونورا ٦٤ وليرمارهو الى الهند ثم طورت منها أصناف بيضاء البذور .

نشأ جين النقرم في الحنطة وهو الجين Norin في اليابان وأرسل الى الولايات المتحدة لغرض الاختبار بعد الحرب العالمية الثانية وبمساعدة بعض التهجينات تم نقل الجين الى صنف الحنطة الأمريكية Brevor الذي أرسل الى د . نورمان بورلوك Norman E. Borlaugh حامل جائزة نوبل للسلام والذي قام بإدخال الجين في العديد من أصناف

الحنطة المكسيكية التي تم ادخالها الى الكثير من بلدان العالم وكما سبق ذكره وأدت الى زيادة انتاج الحنطة في البلدان التي ادخلت اليها ولجل ذلك استحق نورمان بورلوك جائزة نوبل للسلام عام ١٩٧٠.

٢. الانتخاب :

وهو اما ان يكون انتخاباً اجمالياً او انتخاب نباتات فردية وهذه يمكن اجراؤها في الأصناف المحلية الخليفة كما في أصناف حنطة الصابريك وغيرها من الحنطة الخشنة المحلية في شمال العراق. أشار (Adary 1985) الى سلالات متفوقة من الحنطة صابريك انتخبت على أساس النباتات الفردية من مواقع مختلفة من منطقة الجزيرة في شمال العراق والتي تفوقت على الصنف المكسيكي نوري ٧٠.

٣. التهجين :

في الوقت الحاضر يركز على الجوانب العملية لبرامج تربية الحنطة ولكن لا يعني اهمال الجانب الفني خصوصاً الانتخاب العيني. وفي واقع الحال يتسلح مربو الحنطة الحديث بترسانة من التقنيات التي يمكن الاستناد اليها في عملية تحسين الأصناف المزروعة للحنطة.

اختيار الآباء :

أولى الخطوات في برنامج التهجين والتربية هو اختيار الآباء. وقد يستخدم الحاسب الآلي لتحليل التشابه في المحاصيل الذاتية التلقيح لاختيار الآباء الجيدة وادخالها في برنامج التهجين حيث ان احتمال انتخاب سلالة أفضل من كلا الأبوين يزداد عندما يكون كل من آباء الهجين جيداً مقارنة بالرأي السائد كون أحد الآباء أفضل من الآخر. ومن الواضح ان يكون الأبوان مختلفين وراثياً بدرجة كافية لاتاحة الفرصة في الحصول على الانعزالات المتفوقة من الهجن المختلفة.

الانتخاب والاختبار في الأجيال المبكرة :

في مرحلة مبكرة من برنامج الانتخاب يجب ان يقرر المربي مدى الانتخاب الذي يمارسه بين التهجينات وعلى أي أساس. وعلى العموم فأب التائج في هذا الصدد متضاربة. فقد أعطت اختبارات الحاصل في مجتمعات اجمالية للجيل الثاني F_2 والثالث F_3 نتائج جيدة

لتخمين الحاصل الكامن في الأجيال السادسة F_6 والسابعة F_7 . وتم اقتراح استخدام قيم متوسط الآباء لصفة الحاصل في الجيل الأول والثاني. وقد وجد باحثون آخرون في هجن أخرى عدم جدوى الاختبارات الاجمالية للحاصل في الأجيال المبكرة في تخمين حاصل المتتجات.

وعلى العموم فان أغلب مربى النبات لا يصرف الوقت والجهد على الاختبار في الأجيال المبكرة خصوصا وان حاصل متوسط الآباء له قيمة في انتخاب التهجينات ، فقد يتخلص مربى النبات من تهجينات كاملة في الجيل الأول والثاني بالاعتماد على النظر. ان مظهر الهجين سيحدد عدد المتتجات التي يمكن اخذها منه .

قيمة الانتخاب بين النباتات والعوائل في الأجيال المبكرة متضاربة . ان تكرار النباتات في الجيل الثاني والتي تحمل جميع الأليلات المرغوب فيها يكون واطئا جدا ويقل بسرعة بتقدم الأجيال ، ومن المناسب بدء الانتخاب في الجيل الثاني . على العموم يكون معامل التوريث لصفة الحاصل في الجيل الثاني واطئا وان الانتخاب له غير موثر نسبيا . ان قيم معاملات الارتباط بين حاصل نباتات الجيل الثاني وحاصل الأجيال المشتقة منه واطئي بحيث يجعل من المشكوك فيه الحصول على فائدة من بذل الجهد في حصاد ودراس ووزن البذور للنباتات المفردة في الجيل الثاني ، وذلك لوجود تباين وراثي بيئي كبير بين نباتات الجيل الثاني . ويعرف ان للانتخاب العيني بين نباتات أو العوائل للصفات ذات قيمة توريث معقولة مثل ارتفاع النبات ، عدد الأيام للنضج وقوة الساق يكون مؤثرا . وجد نفس الاتجاه في الانتخاب في الجيل الثالث حيث ان درجة الارتباط بين الحاصل في الجيل الثالث والأجيال التالية تعتمد بدرجة كبيرة على التباين البيئي من سنة الى أخرى والذي ينتج عنه تداخل وراثي بيئي ، وهناك صعوبة مضافة في استمرار الانعزال بين العوائل المنتخبة لعدة جينات . لذلك يجب الانتخاب واختبار الحاصل في الأجيال المتقدمة . وقد قادت هذه المشاكل مربى النبات الى الأخذ بنظر الاعتبار طرق الانتاج السريع للتركيب الوراثية الأصلية بطرق مثل الانحدار من بذرة واحدة وزراعة المتوك والتركيز على اختبار الحاصل على هذه المواد . وتركز هذه الطرق على تطوير سلالات أفضل من الآباء أكثر من محاولة التعرف على أفضل انعزال من التهجين.

اهداف التربية في حنطة الخبز:

تعد الحنطة من المحاصيل الرئيسة المهمة في العالم بصورة عامة والعراق بصورة خاصة وهناك العديد من الطرق لتصنيف حنطة الخبز وفق طبيعة النمو كحنطة ربيعية او حنطة شتوية ، لون الحبوب (احمر او ابيض) وانسجة البذور صلبة او طرية.

- ١ - استنباط اصناف ذات مدى واسع من الملائمة في مختلف الظروف البيئية .
- ٢ - انتاج عدد من الخطوط المتقدمة لاستعمالها في برامج التربية المختلفة لاستنباط الاصناف المحسنة .
- ٣ - التهجين بين الحنطة الشتوية والربيعية وذلك لنقل صفات المقاومة لمرض السبستوريا ، والبياض الدقيقي ، والمقاومة للجفاف ، ومجموعة جذرية جيدة وتوسيع فترة النضج وامكانية زيادة حاصل الحنطة الربيعية .
- ٤ - تربية الحنطة لمقاومة امراض الصدأ بأنواعه الثلاثية والتفحم والسبستوريا والتعرف على خطوط لها ما يدعى بالمقاومة الافقية للأمراض .
- ٥ - تربية الحنطة لاغراض المقاومة للجفاف خصوصا في المناطق الشمالية القليلة الامطار .
- ٦ - استنباط اصناف ذات مقاومة للاضطجاع وذات الاستجابة العالية للتسميد النتروجيني .
- ٧ - تحسين القيمة الغذائية خصوصا زيادة نسبة البروتين او زيادة نسبة الحوامض الأمينية فيه مثل الحامض الاميني اللايسين .
- ٨ - استنباط اصناف ذات مقاومة للانفراط بعد النضج .
- ٩ - تحسين قابلية الحنطة على الطحن وتحسين خواص ونسبة الطحين المستخرج وخواص العجين والخبز .
- ١٠ - التربية لتحسين القابلية الانتاجية للحنطة وتحسين صفاتها الفسيولوجية ومركبات الحاصل من خلال ما يدعى بالصنف المثالي Ideotype .
- ١١ - التبكير بالتزهير والحصول على فترة اطول بين التزهير والنضج لاعطاء الفترة الملائمة للـ الحبوب .
- ١٢ -- استنباط الاصناف المتعددة الخطوط Multilin .

اهداف تربية الحنطة الخشنة :

تعد حنطة المعكرونة ثانية في الاهمية بعد الحنطة الناعمة وهي حنطة رباعية (٢٨ كروموسوم) ومن ضمن الحنطة الخشنة *T. turgidum* تحت النوع *T. durum* وهو أهم الأنواع من الناحية التجارية تزرع الحنطة الخشنة في شمال وشرق افريقيا ، واوربا ، ومنطقة البحر الابيض المتوسط ، والشرق الادنى والاطوسط ، والهند وفي الامريكيتين (كندا ، والولايات المتحدة ، والارجنتين ، وشيلي) يتضمن برنامج تربية الحنطة الخشنة ، الحصول على اصناف عالية الحاصل اصناف غير حساسة لطول النهار ، والتبكير في النضج ، والحنطة القصيرة الساق وذات استقرار في الحاصل والاقلمة والمقاومة للأمراض .

ان المفتاح لنجاح أي برنامج للتربية يعتمد على مقدار توفر التباين واستعماله بصورة صحيحة ويوجد تباين كبير للحنطة الرباعية في الاصناف القديمة والمحلية لتوفر العديد من هذه الاصناف في المجموعة العالمية التي تحتفظ بها وزارة الزراعة الامريكية . ويعمل مربو الحنطة على الاستعادة من التباين الموجود في الآلاف من الاصناف ومن التهجينات بين الحنطة الخشنة والحنطة الناعمة او التريتيكالي .

ان الهدف الكبير للحنطة الخشنة هو ادماج صفات النبات الجيدة في الحنطة الخشنة القصيرة لتحسين استقرار حاصلها واهم هذه الصفات .

- ١ - قصر الساق
- ٢ - قوة الساق
- ٣ - المقدرة على انتاج اشطاء
- ٤ - سنابل عالية الخصوبة
- ٥ - اختبار وزني عالٍ
- ٦ - صفات تكنولوجية جيدة خصوصا لعمل السباغيتي والمعكرونة . ان تحسين الصفات اعلاه قد لا تؤدي الى تحسين الحاصل بصورة جيدة ولتحسينه يجب ان نتوخى الآتي :

- ١ . تحسين الخصوبة في السنابل واستقرارها من موسم لآخر او من محل لآخر .
- ٢ . القدرة على التزهير تحت الظروف الاعتيادية التي تنمو الحنطة تحتها وذلك بانتاج اصناف مبكرة او متوسطة التبكير في النضج .
- ٣ . ذات مقاومة جيدة .

تربية الشعير

مقدمة :

الشعير *Hordeum vulgare L.* من أقدم محاصيل الحبوب المزروعة في العالم ويزرع في منطقة بيئية مختلفة ، فالأصناف المبكرة الربيعية تزرع ضمن الدائرة القطبية وهي أقصى المناطق الى الشمال والتي لا يمكن زراعة اي محصول حبوبى آخر فيها وتمتد زراعته الى مناطق صحراء التبت والسهول الاستوائية في الهند. كما يقاوم الشعير الأراضي القلوية والجفاف والصقيع ويستجيب بشكل ملحوظ لظروف الخصب الملائمة والربيع البارد الطويل كما يحصل في مناطق العراق المختلفة. ولا ينضج الشعير بشكل جيد في المناخ الحار الرطب. وقد طور الشعير من خلال عملية التأقلم البطيئة تنوعا كبيرا في سنبله واشكال بذوره والصفات النوعية والمقاومة للأمراض (Poehlman, 1983).

النشأ والوراثة في الشعير:

نشأ الشعير في منطقة الشرق الأوسط حيث كان أكثر الحبوب أهمية في عصور قبل التاريخ. حاليا يوجد العديد من اصوله البرية في أقطار العراق ، وتركيا ، والاردن ، وفلسطين ، وسوريا وايران. وكذلك يوجد مركز ثانوي للتنوع في الحبشة (اثيوبيا) ويظهر أنه نقل من المركز الأولي اليها حيث تطورت منه أشكال متنوعة بعد ذلك.

يحتوي الجنس *Hordeum* على حوالي ٢٤ نوعا وتشمل هذه على الأنواع الثنائية Diploid والرباعية Tetraploid والسداسية Hexaploid. العدد الأساسي لهذه المجموع هو $7(X=)$. الجدول (٢١ - ١) يوضح قائمة جزئية للأنواع المختلفة من الشعير.

المعلومات عن منشأ وتشابه جينومات الأنواع المتضاعفة قليلة. وفي السابق وضعت الأصناف ذات الصنفين وستة صفوف في أنواع مختلفة. حاليا تم وضعها في نوع واحد. وهي *H. vulgare* وذلك لكونها تحتوي على نفس العدد الكروموسومي وتهجن بشكل حرفيا بينها وتعطي هجن خصبة وغالبا ما تختلف بيجن مفرد واحد. التهجينات بين الشعير المزروع وبقية الأنواع محدودة ، هناك اتجاه لتهجين الشعير المزروع مع الشعير البري *H. spontaneum* للحصول على شعير يعيد زراعة نفسه لصفة سقوط السنابل عند النضج (Hajichrisodoulou, 1988). كما ان هناك اتجاهاً وتطبيقاً للتهجين مع الشعير الرباعي *H. balbosum* لانتاج النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية Haploid.

جدول (٢١ - ١) : قائمة جزئية بأنواع الشعير المختلفة (عن Poehlman , 1983

النوع	الاسم العلمي	نمط الاستعمال
I. لأنواع الثنائية المجموعة	<i>H. vulgare</i>	مزرع
الكروموسومية ($2n = 2X = 14$)	<i>H. californicum</i>	بري
	<i>H. compressum</i>	بري
	<i>H. marinum</i>	بري
	<i>H. pusillum</i>	بري
II. الأنواع الرباعية المجموعة	<i>H. depressum</i>	بري
الكروموسومية ($2n = 4X = 28$)	<i>H. Jubotum</i>	بري
	<i>H. secalinum</i>	بري
	<i>H. leporinum</i>	بري
	<i>H. bulbosum</i>	بري
III. الأنواع السداسية المجموعة	<i>H. hexaploidum</i>	بري
الكروموسومية ($2n = 6X = 42$)	<i>H. arizonieum</i>	بري

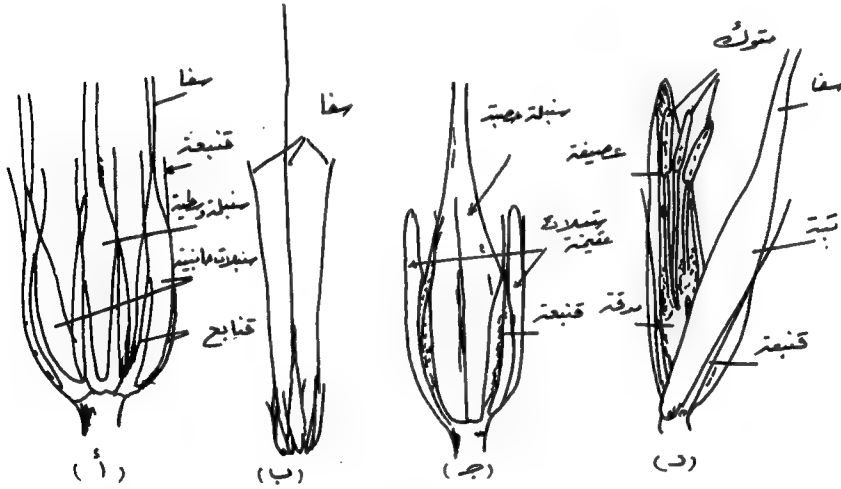
وتمت دراسة وراثية الصفات في الشعير على نطاق واسع وبمستوى أهمية الخنطة والذرة الصفراء ، ويعود ذلك لعدة أسباب :

- (١) التوزيع الواسع لمحصول الشعير.
- (٢) للشعير المزروع عدد قليل من الكروموسومات ($n = 7$).
- (٣) الشعير ذو تلقيح ذاتي في الغالب.
- (٤) سهولة اجراء التهجين.
- (٥) هناك العديد من المتغايرات للصفات الموروثة مما جعل الشعير مرغوبا فيه في الدراسات الوراثة و.

(٦) تم وضع خرائط الارتباط لكل من الكروموسومات السبعة وتم التعرف على ٤٠٠ جين وضعت في مجاميع الارتباط . تتحكم معظم الجينات المدروسة في صفات مورفولوجية او مظاهر فسيولوجية ، اللون المقاومة للمسببات المرضية ، العقم الذكري وغيرها من الصفات .

المواصفات النباتية في الشعير:

تتكون النورة الزهرية في الشعير من سنبلية لها ثلاث سنييلات عند كل عقدة من المحور الزهري Rachis. وفي أغلب الأصناف تكون القنايع glumes بطول يبلغ حوالي نصف طول الأتبة lemma تنتهي بسفا اسطوانية. في الشعير السداسي الصفوف تحمل كل سنبلية زهرة واحدة فقط ، أما في الشعير ذي الصفين فتحمل السنبلية الوسطية زهرة واحدة فقط ، أما السنييلات الجانبية فتكون عقيمة او ضامرة (أثرية vestigal). تكون الزهرة ضمن الأتبة والعصيفة Palea. للمدقة Pistil اثنان من المياسم الريشية Stigma وهناك ثلاثة متوك تتولد على خويط filament اسطواني طويل (شكل ٢١ - ٣).



شكل ٢١ - ٣ : سنبلية الشعير (أ) ثلاثة سنييلات من الشعير ذي ستة صفوف . (ب) أتبة مسفاة (ج) السنبلية الوسطية العقيمة والسنييلات الجانبية العقيمة للشعير ذي الصفين (د) التركيب الزهري للشعير.

يبدأ التزهير في الزهورات الوسطية للجزء الأعلى من السنبلية ثم يستمر الى أعلى وأسفل السنبلية. وعند الوصول الى مرحلة انفتاح المتوك anthesis تنتفخ الفليسات lodicules وتنفتح الازهار ويستطيع خويط المتك. تنفتح المتوك عند خروجها من الزهرة وتنتشر حبوب اللقاح على المياسم. قد يحصل تلقيح خلطي بسيط اذا انفتحت الزهرة قبل تنفتح المتوك. وخلال فترات ارتفاع درجة الحرارة تنفتح الزهرة قبل خروجها من غمد ورقة العلم أي في

دور البطان booting stage وتحت هذه الظروف من النادر جدا حصول التلقيح الخلطي . واذا ماتم عمل التلقيح الاصطناعي خلال فترات ارتفاع درجات الحرارة يجب اجراء عملية الاخضاء للمتوك بصورة مبكرة من تطور السنبلة بسبب نضج حبوب اللقاح بشكل مبكر ويجب العناية البالغة في عدم اتلاف الزهرة فهي رقيقة جدا في هذه المرحلة . ويمكن الحصول على نسبة عالية من البذور في الشعير اذا تم اجراء الاخضاء والتلقيح بعناية .

وكما في الحنطة تزرع الأنماط الربيعية والشتوية من الشعير ولكن تكون الأنماط الربيعية أكثر أهمية . ويكون الشعير الشتوي أقل تحملا للبرودة من الحنطة الشتوية -Anon ymous, 1977 . وعندما نتكلم عن الشعير كتركيب وراثي ضمن النوع عادة تكون الأقلمة لحدود ضيقة جغرافيا فهناك صنف معين من الشعير لكل منطقة . والشعير حساس جداً للفترة الضوئية يستجيب للتغيرات في خطوط العرض وبصورة عامة يمكننا القول ان الشعير أكثر احتمالا لظروف التربة السيئة خصوصا الرطوبة مقارنة بالحنطة . ومن ناحية اخرى فالشعير حساس جدا لأمراض scald والصدأ والبياض الدقيقي كما ان ضعف الساق ومنطقة التاج في الشعير تجعله حساسا للاضطجاع مقارنة بالحنطة .

معظم الصفات المراد اضافتها للشعير موزعة ضمن أصناف عديدة ولنقل هذه الصفات الى الشعير ينبغي استعمال طريقة الهجينات المتعددة multiple crosses وهذا يعطي أكثر من مصدر واحد من الجينات الجيدة ، ويجب تنمية عدد كبير من التراكيب الوراثية لغرض الحصول على توافقات الصفات المرغوب فيها . ويمكن الحصول على الصفات المطلوبة من المصادر الآتية :

- ١ . الأصناف المكسيكية للأقلمة الواسعة .
- ٢ . الشعير النيبالي للمقاومة للأمراض والحبوب العارية .
- ٣ . شعير من الهند لصفة التقزم .
- ٤ . شعير امريكي لصلابة الساق والخصوبة .
- ٥ . أصناف مصرية للحصول العالي ، كبر حجم البذور والوزن الاختباري .
- ٦ . أصناف من اثيوبيا والدانمرك كمصدر للإيسين والبروتين .
- ٧ . اصناف مقاومة للجفاف من ايكاردا (المركز الدولي لاجتاث المنطقة الجافة) .

الاصناف المتداولة في العراق :

يعرض الجدول (٢١-٢) أصناف الشعير المستعملة في العراق وبعض صفاتها الحقلية فضلا عن بعض الأصناف التي ثبت نجاحها تحت الظروف العراقية وفي مراحل الاكثار والتوزيع.

جدول (٢١-٢) : أصناف الشعير الشائعة في العراق.

التسلسل	الصفة	طريقة التربية		المواصفات
		والسنة		
١	أسود ذي الصفيين	محلي	السنبل ذات صفيين سوداء اللون ، غير كثيفة السفا ملساء ، الحبة مغلفة سوداء اللون.	
٢	سويركلان	ادخال	ربيعي السنبل ٦ صفوف بيضاء اللون كثيفة السفا خشنة الحبة مغلفة بيضاء اللون.	١٩٣٢
٣	كاليفورنيا ماريوت	ادخال	سنبل ذات ٦ صفوف زرقاء اللون ، غير كثيفة ، سفا خشنة ، الحبة مغلفة ، زرقاء اللون.	١٩٣٦
٤	بلدي ٢٦٥	ادخال	سته صفوف زرقاء اللون غير كثيفة السفا خشنة حبة مغلفة صفراء زرقاء.	١٩٣٩
٥	أريفات	ادخال	السنبل ذات ستة صفوف ، بيضاء اللون ، غير كثيفة السفا شبه ملساء ، الحبة مغلفة بيضاء اللون.	١٩٦١
٦	نومار	ادخال	السنبل ٦ صفوف ، زرقاء اللون ، غير كثيفة ، الحبة مغلفة زرقاء اللون.	١٩٧١
٧	سي . ام ٦٧	ادخال	السنبل ٦ صفوف بيضاء اللون غير كثيفة السفا خشنة ، الحبة مغلفة بيضاء اللون.	١٩٧١
٨	ريحان	ادخال	السنبل ٦ صفوف ، بيضاء اللون كثيفة السفا ، السفا ، خشنة الحبة مغلفة اللون	١٩٨٥
٩	جزيرة ١	تهجين	السنبل ٦ صفوف سوداء اللون	١٩٨٩
١٠	جزيرة ١٢٠	ادخال	سته صفوف ، غليظة لونها أبيض مصفر ، السفا أبيض.	
١١			مصفر ، ناعم الملمس ، الحبة بيضاء مصفرة.	١٩٧٣

اهداف التربية في الشعير:

تتضمن الأهداف الرئيسة في تربية الشعير على :

- (١) الحاصل العالي.
- (٢) الأقلمة الواسعة.
- (٣) المقاومة للاضطجاع.
- (٤) المقاومة للأمراض.
- (٥) تحسين القيمة الغذائية.
- (٦) التربية للبذور العارية لتسهيل عملية الدراس والاستعمال المباشر دون الحاجة الى التهيش وإزالة القشرة.
- (٧) المقاومة للجفاف.
- (٨) التربية للشعير ثنائي الغرض.
- (٩) التربية لشعير المراعي الذي يعيد الزراعة بنفسه عن طريق تساقط البذور.
- (١٠) المقاومة للملوحة في وسط وجنوب العراق.

طرق التربية في الشعير:

الطرق الأساسية المستعملة في تربية الشعير هي الطرق المستعملة في تحسين المحاصيل الذاتية التلقيح وتشمل (آ) الإدخال (ب) الانتخاب (ج) التهجين وبنفس المنطلقات التي نوقشت سابقا لهذه الطرق. على العموم أشار (1983) Poehlman الى ان التهجين يستخدم حاليا لاستنباط أغلب أصناف الشعير الجديدة. أغلب أصناف الشعير المستعملة في العراق جاء باتباع طريقة الإدخال مثل أصناف أريقات ، وكاليفورنيا ماريوت ، وكليبر ، ونومار ، ويلدى ٢٦٥ ، وريحان وغيرها من الاصناف (جدول ٢١-٢). وعلى العموم استعمل الشعير في العديد من طرق التربية الحديثة التي تم تطويرها من قبل العديد من العلماء ، فقد تم استخدام طريقة التهجين الرجعي لنقل المقاومة للبياض الدقيقي و sealld في الصنف أطلس من قبل Cuneson في كاليفورنيا بنقل جينات المقاومة هذه من الصنف ترك Turk.

كما اتبعت طريقة تجميع التهجينات Composite crosses من قبل H. V. Harlan حيث قام باجراء ٣٧٩ تهجين شملت ٢٨ أب . زرعت الهجن بشكل منفصل وكخليط من الهجن ولثمانية أجيال ومنها تم انتخاب اعداد متساوية من المنتخبات من التهجينات المفردة

ومن مجموعة الهجن . ومن هذا النظام خرجت طريقة دمج الهجن converging crossing حيث تهجن أزواج من الآباء ثم التهجن بين أزواج من الأجيال الأولى (F_1) حتى تدخل جميع الآباء في نسل مشترك وكما يأتي :

$A \times B \quad C \times D \quad E \times F \quad G \times H$
 $AB \times CD \quad EF \times GH$
 $ABCD \times EFGH$
 $ABCDEFGH$

لهذا النظام من التهجن فائدة كامنة في جمع وبسرعة التوافق الجينية المرغوب فيها آباء عدة ، فكل بذرة تنتج بعد كل تهجن هي في الواقع هجين جديد ويمكن كذلك ان تعطى توافقات جينية غير مرغوب فيها ، وللحصول على أكبر عدد من التراكيب الوراثية الممكنة . يجب تنمية عدد كبير جداً من البذور الهجينة في التهجن الثاني او في الأجيال التالية .

كان التعرف على جين العقم الذكري من قبل Suneson جعل من الممكن زيادة عدد التهجينات في المجتمع . فقد كون أحد المجتمعات الهجينة ويدعى Paul Banyan وشمل جميع بذور منتجة من أربعة أصناف عقيمة ذكوريا استعملت كأمهات هجنت مع ٢٦٠٠ أصلاً من مجموعة وزارة الزراعة الأمريكية للأصول العالمية استعملت كآباء . وفي هجين تجميعي آخر رمز له A يحتوي على جينات المقاومة للألنيوم وهو الهجين التجميعي XXXIV حيث تم تهجن ٢٢٠ أب مقاوم كل على انفراد الى ١ - ٣ من الامهات العقيمة ذكوريا - وقد أعطى الانعزال للعقم الذكري استمرار التهجن بين التراكيب الوراثية في الأجيال التالية للتهجينات من هذا النمط .

جينات العقم الذكري في الشعير :

ذكرت صفة العقم الذكري في الشعير لأول مرة عام ١٩٤٠ . تورث هذه الصفة عن طريق جين مفرد واحد متتح (ms ms). ومن ذلك الجين تم التعرف على ٢٧ جين عقم ذكري من اكثر من ١٠٠ طفرة العقم الذكري التي تم اختبارها . تفتقر النباتات العقيمة ذكوريا الى متوك فعالة . إن إدخال صفة العقم الذكري المتنحية في الاصول المنوي استعمالها في التهجينات كأم في التهجين العادي او الرجعي يزيل الحاجة الى اجراء عملية الاختصاص عند عمل التهجين الاصطناعي . واذا تم ادخال جين العقم الذكري في أب أو في تهجين

يستمر نسل الجيل الثاني F_2 والاجيال التالية في الانعزال لنباتات العقم الذكري وبذلك تشجع التهجين الخلطي. وتم وضع انظمة للاستفادة من صفة العقم الذكري كما وضحنا في الفقرة السابقة ولكنها لاقت قبولاً محدوداً.

ان العديد من طفرات العقم الذكري توجد بشكل طفرات طبيعية وبعضها وجد في المجتمعات التي عرضت للاشعاع. ويظهر ان طفرات العقم الذكري تحمل بتكرار عال في الحقل. ففي حقل مزروع بالصنف Betzes وهو صنف ربيعي في مونتانا قدرت نسبة العقم الجزئي بواحد في ٧٠٠ نبات وحوالي نبات واحد في كل ٤٠٠٠ نبات يكون عقيماً بدرجة عالية. هناك شكل آخر من العقم الذكري وهو العقم الذكري السايكوبلازمي والذي حصل عليه من تهجين معتد شمل انواع الشعير *H. Jobatum* و *H. compressum* و *H. bulbosum* و *H. vulgare*. ينتج نسلاً عقيماً ذكراً وخصباً أنثوياً. وقد نشأ العقم من *H. Jobatum*. ولا تعرف جينات مسترجعة للخصوبة بشكل جيد، لذلك فان استخدام نظام العقم الذكري السايكوبلازمي في انتاج هجن الشعير كان محدوداً.

وقد تم الحصول على نظام بديل لانتاج الهجن في الشعير وهو نظام يسمى بنظام ثلاثية الكروموسوم الرباعي المتوازن *Balanced tertiary trisomic system* والذي وضعه R. T. Ramage و G.A. Wiebe في هذا النظام كروموسوم زائد يعطي ثلاثية الكروموسوم *trisomic* ليحمل جيناً سائداً للخصب الذكري بينما الكروموسومين الاعتيادية تحمل جين العقم الذكري المتنحي. ومن الناحية النظرية ينتج النظام شكلين من حبوب اللقاح (أ) حبوب لقاح اعتيادية من دون كروموسوم زائد والذي يعمل على التلقيح الذاتي لانتاج الاصل العقيم ذكراً و(ب) حبوب لقاح ذات كروموسوم زائد والذي نادراً ما يكون فعالاً في المنافسة مع حبوب اللقاح الاعتيادية. تستعمل الاصول من البذور العقيمة ذكراً كأم لانتاج البذور الهجينة. وكان أول صنف من الشعير الهجين انتج بهذا النظام الشعير المسمى Hembar. وقد انتجت كميات صغيرة من هذا الصنف تجارياً في اريزونا. هذا وقد توقفت برامج التربية الرئيسة عن انتاج البذور الهجينة بهذا النظام بعد عدة سنين وذلك لسببين: (أ) الفشل في الحصول على قوة هجين ملائمة و(ب) زيادة في توريث الكروموسوم الزائد خلال حبوب اللقاح وعدم القدرة في الحصول على اصل بذري اصلي لصفة العقم الذكري.

تربية الذرة الصفراء

مقدمة :

الذرة الصفراء ثالث محصول حبوبى مهم بعد الحنطة والرز. وتكون الذرة الصفراء الغذاء الحبوبى الرئيس للانسان في المكسيك وامريكا الوسطى وقسم من امريكا الجنوبية والصين وافريقيا. تستعمل الذرة الصفراء بالدرجة الرئيسة علفاً للحيوان ومصدراً للكثير من الصناعات. وقد تزايدت اهميتها في العراق في السنين الاخيرة لعلاقتها الوثيقة بصناعة الدواجن وخصصت محافظة بابل في وسط العراق كمحافظة متخصصة في زراعة الذرة الصفراء.

منشأ الذرة الصفراء :

تعود الذرة الصفراء الى نوع نباتي واحد وهو *Zea mays*. ويوجد جنسان قريبان هما *tripsacum* ينمو في الاقسام الشرقية والجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة ووسط وجنوب امريكا وتحتوي على خمسة انواع ثنائية المجموعة ($2n = 2X = 36$) واربعة انواع رباعية المجموعة ($2n = 4X = 72$). اقترح ان جنس *Tripsacum* واهب ممكن لبعض الجينات لمقاومة الامراض والحشرات ويمكن استعمالها في التربية وتهجين الذرة الصفراء الاعتيادية مع الانواع الثنائية باتباع تقنيات معينة.

اما الجنس الثاني فهو *teosinte* (*euchlaena*) وموطنه جنوب المكسيك وغواتيمالا ويعد من اقرباء الذرة الصفراء وتحتوي على ١٠ ازواج من الكروموسومات ($2n = 2X = 20$) ويمكن تهجينه مع الذرة الصفراء لانتاج هجين خصب. ال *teosinte* احادية المسكن ايضاً اي لها نورات ذكرية واثوية منفصلة على النبات. تحمل السنبلة الاثوية ٦ - ١٢ حبة في تراكيب وأغلفة مثلثة وتنفصل البذور وتنفرط عند النضج مكونة وسيلة طبيعية لانتشار البذور.

تم اقتراح موقعين لمركز نشأة الذرة الصفراء وهما : (أ) مرتفعات في بيرو والاكوادور وبوليفيا و (ب) منطقة في جنوب المكسيك وامريكا الوسطى. فقد تم الحصول على أنماط من كلا المنطقتين وتم تقديم العديد من النظريات عن منشأ الذرة ولكن العلاقة الاكيدة بين *teosinte* و *tripsacum* وذرة *pod corn* التي وجدت في التنقيبات الاثرية لاتزال غير محلولة بشكل كامل.

تم جمع ١٢,٠٠٠ عينة من ٤٦ قطراً مختلفاً وهي مخزونة في المركز العالمي لتحسين الذرة الصفراء والخنطة CIMMYT في المكسيك كذلك توجد مجموعات مماثلة في الولايات المتحدة الأمريكية وكولومبيا وبيرو. عادة توجد ضروب عدة من الذرة الصفراء مثل الذرة الشامية ، الذرة المنغوزة ، الذرة الصوانية وذرة الطحين والذرة الشمعية ولكل من هذه الضروب اصناف عديدة. وفي العراق توجد بعض الاصناف مفتوحة التلقيح مثل لالتن وهي ذرة هندية وبعض الاصناف المحلية الاخرى المنتشرة في محافظة الانبار ونيوى.

وراثه الذرة الصفراء :

تعد الذرة الصفراء من اكثر المحاصيل التي تعرضت للابحاث الوراثية والسايبتولوجية بشكل واسع. وتم التعرف على مئات المواقع الجينية المختلفة ورسمت خرائط الارتباط لتعيين المسافات بين الجينات في كل من الكروموسومات العشرة. وكانت الدراسات الوراثية واسعة بسبب : (أ) زراعة الذرة على نطاق واسع ومهمة جداً من الناحية الاقتصادية (ب) يمكن عمل التلقيح الذاتي والتهجين بسهولة (ج) يمكن الحصول على عدد كبير من البذور من تلقيح واحد (د) من السهولة ملاحظة الصفات لغرض الدراسة (هـ) احتواء الذرة الصفراء على عدد من الصفات المتنحية التي تظهر نتيجة التربية الداخلية او التعرض للعوامل المطفرة. (و) العدد الكروموسومي صغير ($2n = 2X = 20$) (ز) يمكن تمييز الكروموسومات من الطول ووجود عقد knobc متميزة في بعض الكروموسومات.

كذلك فإن نظام إنتاج الهجن في الذرة الصفراء قد ساعد في زيادة الحماص لاجراء الدراسات الوراثية الواسعة في المحصول. فقد اجريت دراسات واسعة حول انسجة البذور، صبغة الانثوسايانين والكلوروفيل واصباغ الكاروتين، ومورفولوجيا النبات ، وانظمة التنظيم الجيني وانظمة الوراثة السايبتوبلازمية. كما تم الحصول على صفات طافرة عديدة عن طريق الاشعاع والمطفرات الكيميائية. وقد ساهمت الدراسات الوراثية في الذرة الصفراء بمعلومات كثيرة عن الجين والفعل الجيني واجريت أغلب الدراسات عن العنفران Heterosis على نبات الذرة الصفراء. هناك مجلات متخصصة في الذرة الصفراء مثل مجلة اخبار وراثه الذرة الصفراء التعاونية Maize Genetics Cooperation Newsletter في قسم الحقلیات / جامعة ميسوري - كوليبيا الولايات المتحدة الامم بحه.

التلقيح في الذرة الصفراء :

يعتمد فهم طرق تربية الذرة الصفراء على معرفة سلوك التلقيح في الذرة وتأثير طرق التلقيح على التكوين الوراثي لنبات الذرة. تنتج الأزهار الذكرية في النورة الذكرية tassel اما الأزهار الانثوية فتنتج على الساق عند أباط الاوراق. تنجز عملية التلقيح بنقل حبوب اللقاح من النورة الذكرية الى الحريرة (مياسم النورة الانثوية) وتكون حوالي ٩٥٪ من البويضات ذات تلقيح خلطي و ٥٪ تلقيح ذاتي حيث ان أغلب حبوب اللقاح التي تلقح العرنوص في الذرة الصفراء يأتي عادة من النباتات المجاورة ، ولكن يمكن ان تنتقل بواسطة الرياح من مسافات بعيدة ، فليس من الغريب ملاحظة حبوب صفراء على نباتات ذرة حبوب بيضاء وان كان حقل الذرة المزروع بالذرة الصفراء على مسافة ١٠٠٠ متر. ينتهي الساق الرئيس لنبات الذرة بنورة ذكرية تحتوي على سنبيلات كل منها يحتوي على زهرتين ولكل منها ثلاثة متوك وتنطلق حبوب اللقاح من المتك البارز. وقد قدر أن نورة ذكرية واحدة من نبات اعتيادي يمكن ان تنتج ٢٥,٠٠٠,٠٠٠ حبة لقاح أو بمعدل ٢٥,٠٠٠ حبة لقاح لكل حبة في العرنوص الذي يحتوي على ٨٠٠ - ١٠٠٠ حبة. يبدأ نفاض حبوب اللقاح قبل ١ - ٣ ايام من خروج الحريرة من ساق النبات ذاته وعادة تستمر لفترة عدة ايام. بعد ان تصبح حريرة النبات جاهزة للتلقيح. وفي الجو الحار والجاف ينتهي نفاض حبوب اللقاح بشكل مبكر ويتأخر تطور العرنوص وخروجه من الساق ، وغالبا ما يؤدي ذلك الى فشل تلقيح العرائص التي تخرج من الساق. تنشأ سويقة العرائص كنوع من العقد الموجودة في وسط الساق تقريبا - ويتألف العرنوص من سويقة تنشأ منه أغلفة تنتهي في العرنوص الذي تنشأ عليه الأزهار الانثوية. تتولد السنبيلات على شكل ازواج وكل سنبيلة تحتوي عادة على مبيض خصب وآخر عقيم. وينتج عن ذلك عدد زوجي من سطور الحبوب في العرنوص. في بعض الاصناف من الذرة الحلوة مثل صنف Country genetelman اخصاب البيضة الثانية الذي يسبب تراحم وسطور شاذة في العرنوص. تعمل الحريرة الطرية كميسم وقلم حيث تقبل حبوب اللقاح على طول القلم. تحصل عملية الاخصاب بعد ١٢ - ٢٨ ساعة من التلقيح. ان الجفاف الشديد يمكن ان يقود الى تأخير ظهور سويق العرنوص الذي قد يترافق مع انتهاء نفاض حبوب اللقاح وبذلك فشل التلقيح والحصول على عرائص خالية كلياً او جزئياً كما يحصل من الزراعة الربيعية في العراق بفعل ارتفاع درجات الحرارة اثناء موسم التزهير.

تحت الظروف المناسبة تحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لفترة ١٢ - ١٨ ساعة ولكن يمكن ان تموت بعد ساعات من التعرض للحرارة والجفاف. يمكن ان تؤدي الرياح الجافة

والحارة النورة الذكورية. بحيث لا تنفض حبوب اللقاح او يمكن ان تقود الى خفض رطوبة الحرية بحيث تؤدي الى منع انبات حبوب اللقاح او انها تنبت ولكنها تفشل في المحافظة على نمو الانبوبة اللقاحية. يمكن الاحتفاظ بحبوبة حبوب اللقاح لفترة ٧ - ١٠ ايام يجمعها من النورة الذكورية قبل النفاض وحفظها في الثلاجة يطلق على الذرة الصفراء المكثرة من بذور منتجة من تلقيح غير مسيطر عليه بالذرة المفتوحة التلقيح open pollinated حيث ان كل بذرة منتجة من الذرة عن طريق هذا النوع من التلقيح يمكن ان يكون لها اباً ذكراً مختلفاً ولذلك لا تكون حتى بذرتين من العرنوص بذات التركيب الوراثي وان حقل الذرة المفتوحة التلقيح عبارة عن خليط من عدة هجن معقدة.

طرق تربية الذرة الصفراء :

أ- الادخال :

لعبت طريقة الادخال دوراً مهماً في ادخال انواع الهجن والاصناف التركيبية وسلالات التربية المختلفة الى العراق والتي ساهمت ببدء عمليات تربية الذرة الصفراء وفي واقع الحال فان مدى التباين الوراثي الموجود ليس كبيراً بفعل محدودية الاصناف والسلالات والعمل محدود في مجال التربية. ويتطلب هذا العمل باستمرار ادخال السلالات الجديدة واختبارها تحت ظروف القطر العراقي. كذلك من الضروري جمع الاصول الوراثية للذرة الصفراء وحفظها ودراستها بهدف ادخالها في برامج تربية الذرة الصفراء المختلفة. من الاصناف التي تم ادخالها للقطر الهجين تكساس ٣٤ والصنف التركيبي نيلوم والاصناف ١٠٥ و ٥٠١.

ب- الانتخاب الاجمالي :

الانتخاب الاجمالي احدى الطرق الشائعة في تربية الذرة الصفراء والتي استعملت منذ القدم ولحد الآن. وفي هذه الطريقة تنتخب عرائص الذرة على اساس صفات النبات والعرنوص. عادة تفرط بذور العرائص المنتخبة وتزرع بشكل خليط. ان وحدة الانتخاب هو العرنوص لسهولة تناوله وزراعة بذوره. تستعمل طريقة الانتخاب الاجمالي لغرضين : (أ) المحافظة على الاصناف الموجودة و (ب) استنباط اصناف جديدة حيث يختار المزارع عرائص ذرة جيدة لزراعة محصوله في السنة القادمة فهو مربي ويمكنه تغيير سمات الذرة التي يزرعها عن طريق الانتخاب المظهري لصفة معينة في النبات او صفات البذور. وقد أضاف هذا تغييراً بين الاصناف ومراراً ما أدى الى استنباط اصناف جديدة.

وتم تطوير العديد من الاصناف المتأقلمة والمفتوحة التلقيح في الذرة الصفراء عن طريق الانتخاب الاجمالي ، ومن التأثيرات الواضحة التي نحصل عليها نتيجة الانتخاب الاجمالي في الصفات الظاهرية للنبات مثل موعد النضج ، ارتفاع النبات ، شكل العرنوص والحبة. وان الاستمرار في الانتخاب الاجمالي لعدة سنوات ولصفات نباتية معينة يعرف بتأثيرها القليل بالظروف البيئية ادى الى الحصول على اصناف تلي حاجة المربي كذلك تم تربية اصناف ذات اقلمة لمناطق بيئية جديدة او لاغراض معينة مثل الانتخاب للعرانيص ذات القولحة الكبير ادى الى استنباط صنف ميسوري للباب (الغليون) والذي يستخدم في صناعة بايات الذرة المعروفة. وقد أشار Poehlman 1983 الى ان استعمال الانتخاب الاجمالي لتحسين مظهر الاصناف لم يرافقه زيادة في حاصل الحبوب وهذا يعود الى : (أ) عدم قدرة المربي على التعرف على التراكيب الوراثية المتفوقة في المجتمعات الخلطة من الاصناف المفتوحة التلقيح. (ب) تلقيح التراكيب الوراثية المتفرقة من قبل تراكيب اخرى متفوقة ورديثة (اي لايعرف الاب) وبذلك لايمكن الحصول على الامكانية الكامنة للحاصل في النسل ، (ج) ان حقيقة الانتخاب لصفة معينة يؤدي الى حصول التربية الداخلية وبذلك يخفض الحاصل و(د) استناد الانتخاب على اساس النبات المفرد ولذلك لاتوجد طريقة لقياس التأثير البيئي على الحاصل.

على العموم في السنين الاخيرة تجدد الاهتمام في طريقة الانتخاب الاجمالي لكونها من أبسط الطرق وامكانية ان تكون مؤثرة في تحسين الحاصل اذا ما كان هدف الانتخاب هو صفة الحاصل كهدف رئيس من الانتخاب. ولذلك طورت طرق الانتخاب الاجمالي الى الانتخاب الاجمالي الشبكي Grid system حيث يقسم الحقل المزروع الى مربعات كل مربع يحتوي على عدد من النباتات ويتم انتخاب أثقل العرانيص من كل مربع وتستعمل للزراعة في الموسم التالي. وباعادة طريقة الانتخاب هذه امكن تحسين صفة الحاصل في كل دورة انتخائية. كذلك تم استخدام أدلة انتخاب اخرى مثل (أ) قوة النمو وانتخاب نباتات قوية (ب) عرانيص كبيرة ومملوءة (ج) انتخاب عرانيص من نباتات خالية من الامراض.

ج - طريقة العرنوص الى السطر:

تشمل الطريقة على انتخاب عدد من العرانيص على اساس الصفة المرغوب فيها ثم تقويم هذه العرانيص بطريقة اختبار النسل Progeny test. تنتخب العرانيص للدورة القادمة الانتخاب من الأنسال التي تعطي اعلى معدل للصفة المرغوب فيها (الحاصل او

التركيب الكيميائي). استعملت الطريقة في الانتخاب لنسبة البروتين والزيت في الحبة في تجربة مستمرة منذ حوالي ٧٠ سنة. كما ان هذه الطريقة مؤثرة في الانتخاب لاجزاء النبات المختلفة مثل ارتفاع النبات ، والعنوص وزاوية العنوص ، ومساحة الورقة ولكنها غير مهمة لتحسين صفة الحاصل. ادخلت بعض التعديلات على الطريقة من قبل (1964) Lonnquist وهي طريقة الانتخاب التكراري للعنوص الى السطر المحورة Modified Ear - to - row Recurrent selection بحيث يمكن عزل التأثيرات البيئية عن تأثيرات الجين وبذلك يمكن زيادة الحاصل بطريقة الانتخاب عنوص الى سطر.

خطوات الطريقة :

- أ- تفریط ٥٠ - ١٠٠ عنوص بصورة منفصلة. يزرع قسم من بذور العنوص بشكل عنوص الى سطر. تعلم البذور المتبقية من كل عنوص وتخزن بصورة منفصلة.
- ب- يتم اخذ البيانات من كل سطر للصفات المرغوب فيها وتحدد لغرض الحاصل ويشكل يمكن التعرف على السطور المتفوقة.
- ج- يتم خلط البذور المتبقية من العرائص التي اثبتت تفوقها في صفة الحاصل وتستعمل لزراعة الالواح في السنة التالية ثم تنتخب العرائص من هذا اللوح وتعاد الدورة في السنة التالية.

ج - التهجين بين الاصناف :

لعب التهجين في الذرة الصفراء دوراً ذا وجهين في تربية الذرة ، فقد أوجد التهجين المادة الأساسية للاصناف الاعتيادية التي انتخبت واستقر حاصلها بالانتخاب الاجمالي. وأعطت التهجينات المعلومات الاولى عن قوة الهجين للحاصل في الذرة ولهذا ساعدت في العمل الثاني وهو التربية الداخلية Inbreeding ومن ثم التهجين. وكان التهجين بين الاصناف احد العوامل المهمة في التنوع العالي للذرة في المكسيك ماعدا بعض الحالات القليلة فان تهجينات الذرة الصوانية \times الذرة المنغوزة او ذرة الطحين \times الذرة المنغوزة تنتج حاصلأعلى من حاصل أعلى أب. اما تهجين الذرة المنغوزة \times المنغوزة فأعطي تفوقاً اقل. وبصورة عامة تعطي التهجينات تفوقاً كبيراً فيما اذا كان حاصل الابوين عالياً ويختلفان في الشكل. عموماً تستعمل الطريقة على نطاق ضيق في انتاج الذرة الصفراء.

د- استنباط الاصول الثقية :

الذرة الصفراء من المحاصيل الخلطية التلقيح لذا صار من الضروري القيام بالسيطرة على عملية التلقيح الذاتي وتتم السيطرة بتغطية العرنوص قبل ظهور الحريرة بكيس صغير، وبعد ظهور الحريرة تغطي النورة الذكورية بكيس وبعد يوم تنقل حبوب اللقاح المتجمعة في الكيس وتوضع على الحريرة (المياسم) للنبات المرغوب فيه. كانت السلالات الذاتية تؤخذ من الاصناف المفتوحة التلقيح وتستخدم هذه السلالات كآباء لانتاج الاصناف التركيبية او كجيل ثان او رجعي يمكن استنباط سلالات ذاتية منه. وكان يعتمد طرق العزل المباشر لعزل السلالات Direct Isolation Method مثل : (أ) الطريقة القياسية Standard Method حيث تتبع الخطوات التالية :

١. التلقيح الذاتي حيث تنقل حبوب اللقاح من النبات الى الحريرة لنفس النبات
٢. ينتخب النبات المطلوب تلقيحه ذاتياً على اساس نشاطه في النمو وخلوه من الامراض او صفات مرغوب فيها اخرى. وبسبب كون هذه الصفات غير ظاهرة عند التلقيح فيجب ان يعاد الانتخاب عند الحصاد لاهمال النباتات التي تعكس صفات غير مرغوب فيها.
٣. تزرع العرائص المتخبة (ذاتية التلقيح) بشكل عرنوص الى سطر في الموسم القادم ويمارس الانتخاب بين وضمن الانسال المختلفة وتستعمل عرائص النباتات المرغوب فيها ضمن الانسال المتوقعة للتلقيح الذاتي في الجيل المقبل.
٤. بعد ٣- ٤ اجيال من التلقيح الذاتي يبدأ ظهور السلالات المتميزة والثقية.

عادة يحصل انخفاض في قوة النبات خلال الاجيال الاولى من التلقيح الذاتي الذي يحصل نتيجة زيادة تكرار الجينات المتنحية. وكانت العلاقة خطية لاكثر من ٩٢٪ من مجموع التباين الوراثي لارتفاع النبات والعرنوص والحاصل Hallauer Sears 1973 ان معدل الطفرات في الصفات الكمية للنبات والعرنوص كانت ٤,٥ لكل ١٠٠ كافيت وهي اعلى من الطفرات في الصفات النوعية التي لها معدل (١٠⁻) وعلى العموم لا يوجد دليل على عدد و صفات الطفرات لافتقارنا الى معلومات عن عدد الجينات التي تتحكم بالصفات الكمية. ولانخفاض معدل الطفرات فان استقرار السلالات الثقية يعتمد على الاستمرار في عملية الانتخاب للشكل المطلوب.

ب- طريقة الجورة المفردة : Single – Hill method

وهذه تحوير للطريقة السابقة حيث تختلف عنها باحلال جورة واحدة تحتوي على ثلاثة نباتات بدلاً من سطر النسل في كل جيل من التلقيح الذاتي. تسمح الطريقة في العمل مع عدد كبير من السلالات في مساحة محدودة ولكنها تقلل من الفرصة للانتخاب ضمن كل سلالة. استعملت الطريقة لاستنباط سلالات عشوائية للدراسات النظرية ولم تستخدم لاستنباط السلالات التجارية.

ج- طريقة انتخاب النسب Pedigree Selection

لا تختلف الطريقة كثيراً عن طريقة النسب ماعدا كون الآباء تنتخب على اساس هجين معين. في هذه الطريقة يتم اختيار الآباء النقية بالتلقيح الذاتي التي لكل منها خصائص معينة مرغوب فيها. تهجن الآباء ويستنبط منها العديد من السلالات بالطريقة الاعتيادية (اي بالتلقيح الذاتي والانتخاب).

د- طريقة الثنائيات الاصلية : Homozygous Diploid

حيث تعتمد على طريقة الاحاديات الحية ، فمن الممكن الحصول على نباتات احادية بتكرار ١ لكل ١٠٠٠ بادرة ومن ضمن هذه الاحاديات كان النسل الناتج عن التلقيح الذاتي هو بتكرار (١) الى (١٠) اي نحصل على سلالة نقية بتكرار ١/١٠٠٠٠ من البادرات المدروسة. وان مدى نجاح الطريقة بهدف الاستعمال التجاري قليل.

وقد حصل Goodsell عام ١٩٦١ على نبات احادي من تنمية جبوب اللقاح لعدة سلالات. وقد فسحت الطريقة المجال لضم جين العقم السايټوبلازمي في جيل واحد اذا قورنت بفترة ٦ - ٨ أجيال من التهجين الرجعي.

الذرة الهجين : Hybrid corn

كانت محاولات تحسين صفة الحاصل في الاصناف المفتوحة التلقيح مخيبة للامال رغم امكانية تغيير صفات مظهرية عديدة في الصنف عن طريق الانتخاب الا ان التقدم كان ضئيلاً في طريقة رفع القابلية الانتاجية للصنف. يتضمن الحصول على نباتات عالية الانتاجية الحصول على توافقات جينية معينة ، وعلى العموم لا يمكن المحافظة على هذه التوافقات في نسل النباتات العالية الانتاجية وذلك لكون النباتات تتلقح من نباتات جيدة

وضعيفة وجميعها على درجة عالية من الخلط ، وقد جاء تطوير مفهوم الذرة الهجين كوسيلة للسيطرة على التركيب الوراثي بحيث يمكن الابقاء على النباتات العالية الانتاج ضمن حقل الذرة الواحد.

فقد بدأت حقبة جديدة في تربية الذرة الصفراء عام ١٩٠٩ عندما اقترح الدكتور G.H. Shull طريقة لانتاج الذرة الهجين ومن الدراسات عن التربية الداخلية والتهجين وضع Shull خطته التي تتضمن الآتي :

- أ- التربية الداخلية لغرض الحصول على السلالات النقية
- ب- تهجين السلالات النقية لانتاج الهجن المفردة

أدت هذه الخطوات الى ثورة في تربية الذرة الصفراء ، حيث تستخدم هجن الذرة في ٩٥٪ من المساحة الكلية المزروعة بالذرة في العالم (في الولايات المتحدة ١٠٠٪ من المساحة تزرع الهجن).

وفي الوقت الحاضر تعني هجن الذرة النسل الناتج من تهجين سلالات نقية لتعطي اما هجناً فردية أو زوجية أو متعددة او اصنافاً تركيبية (جدول ٢١ - ٣) وكما ذكرنا سابقاً تمت الاستفادة من العقم الذكري السايكوبلازمي في الحصول على البذور الهجينة (٢١ - ٣). الصعوبة الرئيسة التي تكمن في استعمال هجن الذرة هو اضطراب المزارع الى شراء البذور الهجينة دائماً في كل مرة يروم في زراعة حقله بالذرة. حيث انه ان حاول ان يعيد زراعة البذور الهجينة مرة ثانية من بذور الجيل الاول فان انخفاضاً في الحاصل سيحصل وانعزالات غير مرغوب فيها للصفات. وحيث ان انتاج البذور من عدد محدود من الآباء والتهجينات ولذلك فان هناك تبايناً محدوداً في الحقل. ولذلك فاذا اجتاحت وباء هذه الهجن فستحل كارثة بالمزارع وهذا ما حصل في الولايات المتحدة عام ١٩٧٠ عندما اجتاحت مرض اللفحة الجنوبية حقول الذرة وعلى نطاق واسع.

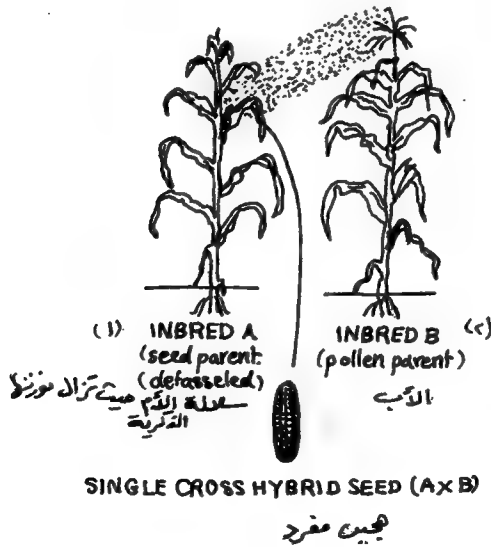
الاهداف الرئيسة في تربية الذرة الصفراء :

تشمل الاهداف الرئيسة في تربية الذرة الصفراء تحسين الحاصل ، والاستجابة لاضافة الاسمدة ، والتبكير في النضج والمقاومة للحرارة ، والجفاف ، والإضطجاع ، والامراض ، والحشرات ، وسقوط العرائيص والتنوعية مثل زيادة نسبة البروتين او محتوى الزيت.

جدول (٢١-٣) : انواع الهجن الذي يعتمد على عدد وترتيب السلالات الابوية النقية.

شكل الهجين	النسب
١. التهجينات القمية	$X(A)$ صنف مفتوح التلقيح أو $X(BXA)$ صنف مفتوح التلقيح
٢. هجين مفرد	$(A \times B)$
٣. هجين مفرد محور	$(A \times A^1) \times (B)$
٤. هجين سلالات اختية	$(A \times A^1) \times (B \times B^1)$
٥. هجين ثلاثي	$(A \times B) \times (C)$
٦. هجين ثلاثي محور	$(A \times B) \times (C \times C^1)$
٧. هجين مزدوج	$(A \times B) \times (C \times D)$
٨. هجين مزدوج رجعي	$(A \times B) \times A \times (C \times D) \times C$
٩. هجين مفرد رجعي	$(A \times B) \times (C \times D) \times C$
١٠. هجن متعددة	$(A \times B) \times (C \times D) \times (E \times F) \times (GXH)$
١١. أصناف تركيبيه	جمع العديد من الهجن بين السلالات النقية.

عن : Jugenheimer ص 377



شكل ٢١-٣. الهجين المفرد Single cross في الذرة الصفراء. عادة يتم إزالة النورة الذكورية للسلالة الأم (A) ثم يتم تلقيحها من السلالة (B). يزرع الهجين المفرد من قبل المزارع.

تربية فول الصويا

مقدمة :

يكتسب محصول فول الصويا أهمية متزايدة في القطر العراقي والعالم. من الدول الرئيسة في انتاج محصول فول الصويا هي الولايات المتحدة الامريكية (تنتج حوالي ٥٠٪ من الانتاج العالمي) والصين الشعبية والبرازيل (حوالي ٣٥٪) والنسبة المتبقية تتوزع في أقطار آسيا وأمريكا الجنوبية. اما في العراق ورغم مباشرة ادخاله منذ الخمسينات الا انه لا يزال محصولاً تجريبياً ولم يدخل الى مرحلة الانتاج عند المزارع الا بنطاق محدود رغم ثبوت نجاحه من التجارب في وزارة الزراعة والجامعات العراقية. لم يكن التوسع في زراعة محصول فول الصويا ممكناً بدون التقدم الذي حصل في تربية الأصناف العالية الانتاجية، المقاومة للأمراض والمتأقلمة لمناطق بيئية معينة ومكننة عمليات الزراعة والحصاد.

منشأ ووراثة فول الصويا :

نشأ محصول فول الصويا في الشمال الشرقي من الصين وتم استئناسها حوالي ١١٠٠ سنة ق.م. ومن هذه المنطقة انتشر محصول فول الصويا الى كوريا ، واليابان ، وجنوب الصين وادخل الى الولايات المتحدة عام ١٨٠٤ م حيث كانت تستعمل كمحصول علني. فول الصويا أحد أعضاء الجنس *Glycine* وهناك ثلاثة أجناس ثانوية تحت هذا الجنس (وهي *Glycine* و *Bracteata* و *Soja*) وتسعة أنواع (الجدول ٢١ - ٤). يحتوي الجنس الثانوي *Glycine* على ستة أنواع ، عدد الكروموسومات فيها يتراوح بين $2n = 40$ و $2n = 80$ أو خليط من $2n = 40$ و $2n = 80$. يحتوي النوع *G. wightii* من الجنس الثانوي *Bracteata* وهو خليط في عدد الكروموسومات من $2n = 22$ و $2n = 44$. اما النوع *G. Soja* الذي كان يدعى *G. ussuriensis* و *G. max* وهو فول الصويا المزروع فيؤلف الجنس الثانوي الثالث ولكلا النوعين عدد كروموسومي $2n = 40$.

ويمكن ان يتجهنا بصورة حرة ولكنها لا يتجهنان مع *Glycins* و *Bracteata*. ولم يتم الحصول على *G. max* بشكل بري ويعتقد أن سلفه هو *G. Soja* والعدد الكروموسومي الأساسي هو $X = 10$.

جدول ٢١ - ٤. أنواع فول الصويا

النوع	العدد الكروموسومي	بري أو مزروع
تحت الجنس الثانوي Glysin		
<i>G. clandestina</i>	40	بري ، معمر
<i>G. falcata</i>	40	بري ، معمر
<i>G. latrobeana</i>	— — —	بري ، معمر
<i>G. canescens</i>	40	بري ، معمر
<i>G. tabacina</i>	80	بري ، معمر
<i>G. tomentella</i>	80, 40	بري ، معمر
تحت الجنس الثانوي Bracteata		
<i>G. wightii</i>	44, 22	متسلقة معمر محدود في الزراعة
تحت الجنس الثانوي Soja		
<i>G. soja</i>	40	بري ، متسلق حولي
<i>G. max</i>	40	مزروع وحولي

عن (1983) Poehlman ص 258.

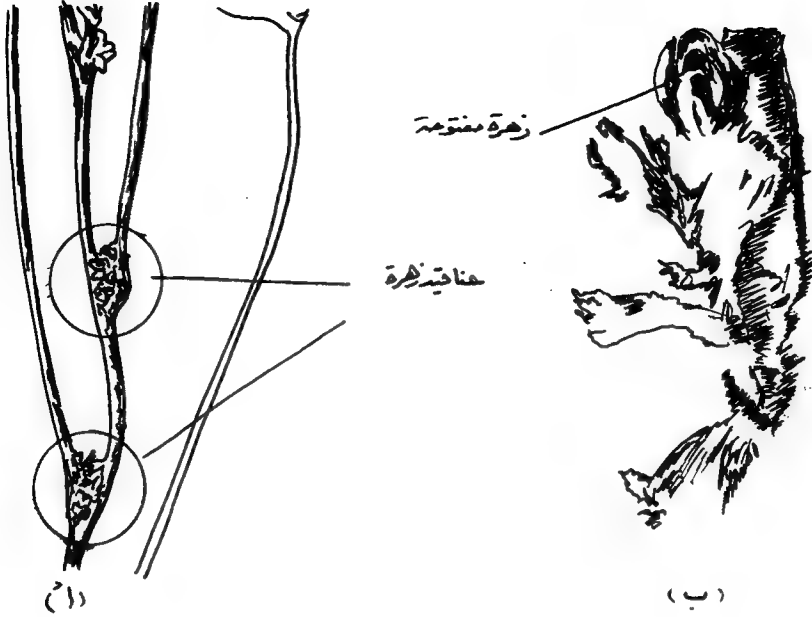
ان المعلومات الوراثية في فول الصويا قليلة اذا ما تمت مقارنتها بالحنطة والذرة الصفراء والشعير ويعود ذلك الى حداثة المحصول وقد تركزت الابحاث خلال فترة التوسع في زراعته على التربية وركزت الدراسات الوراثية في الاجابة على أسئلة لتنفيذ برامج التربية في الولايات المتحدة الامريكية. شملت الدراسات الوراثية في فول الصويا على الصفات المورفولوجية ، وتثبيت النتروجين ، والمقاومة للأمراض والحشرات ، ومكونات نوعية البذور وصفات كمية صممت لمعرفة اشكال الفعل الجيني وقد رسمت خرائط ارتباط ثمانية أو أكثر من الكروموسومات .

الوصف النباتي لفول الصويا :

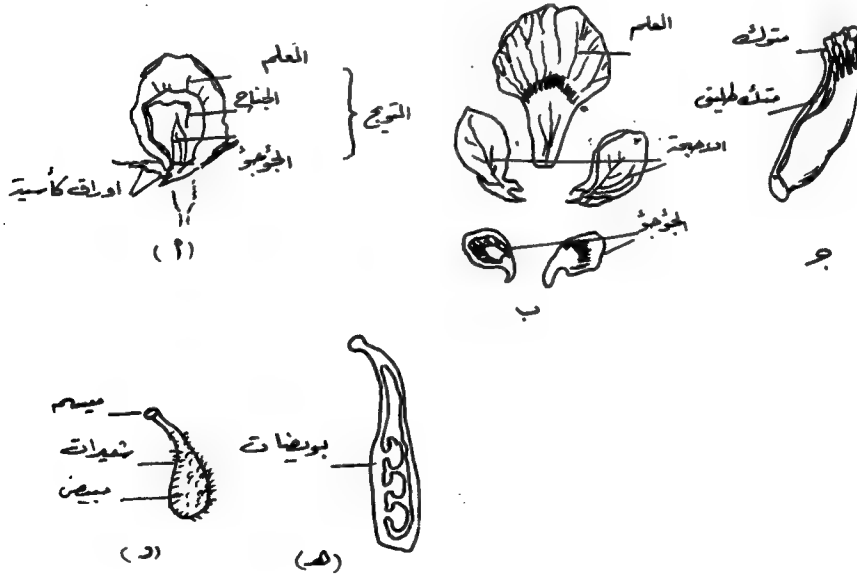
نبات فول الصويا المزروع قائم وورقي يبلغ ارتفاعه ٣٠ - ١٠٠ سم وهو نبات حولي ، وإذا ما أعطي مساحة كافية فإنه سيتفرع بشكل كثيف. لبعض أصناف فول الصويا خاصية النمو باستمرار indeterminate يبدأ التزهير فيه قبل توقف استطالة السيقان. تتولد الأزهار في أباط الأفرع الجانبية. للأصناف الأخرى خاصية النمو المنتهية determinate حيث تتولد الأزهار في أباط الأفرع والأطراف. يتوقف الساق عن استطالة بتمايز البرعم الطرقي. تتأقلم الأنماط غير المنتهية الى مواسم النمو القصيرة ويستمر النبات بإنتاج الأزهار والبذور قبل أن يكتمل نمو النبات. أما الأنماط المنتهية فهي تتأقلم في ظروف الموسم الطويل حيث يكتمل نمو النبات ، ثم يبدأ النبات في الأزهار ثم نضوج القرينات والبذور. يتحكم في طبيعة النمو المنتهي جين متتح *dtidti*.

لأغلب اصناف فول الصويا شعيرات أو زغب على السيقان والأوراق والقرينات ويتراوح عدد البذور في القرنة من ١ - ٥ بذور ومن الشائع ٢ - ٣ بذور في قرنة الأصناف التجارية. يتراوح وزن البذور من ٥ - ٥٥ غم / ١٠٠ بذرة. البذور ذات الحجم الكبير تكون في أصناف الخضراوات. لون غلاف البذور يتراوح بين ألوان الأصفر، والاخضر والقهوائي والأسود أو توافقات بين هذه الألوان. لون الفلقة في البذور الناضجة اما ان يكون اصفر أو أخضر. لون السرة hilum يمكن ان يتغير أيضاً. لون الأزهار اما بنفسجي أو أبيض.

اعتبارياً محصول فول الصويا ذاتي التلقيح وتتولد الأزهار بشكل عناقيد من (٣) الى (١٥) زهرة (شكل ٢١ - ٤). تسقط العديد من الأزهار دون تكوين القرينات. يتألف التويج من خمس بتلات مفصولة تضم المدقة وعشرة متوك (شكل ٢١ - ٥). تتطور المتوك بشكل انبوب حول المدقة حيث تسقط حبوب اللقاح بشكل مباشر على الميسم. تفتح الزهرة بشكل مبكر في الصباح على الرغم من تأخير التفتح في الجو البارد الرطب. وفي الفترات الطويلة من التعرض لدرجات الحرارة المنخفضة أو الأيام القصيرة فإنها يمكن ان تؤدي الى انتاج أزهار مغلقة لا تفتح. في الحالات الاعتيادية تنثر حبوب اللقاح بفترة زمنية قصيرة قبل أو بعد تفتح الزهرة ولكن يمكن انتشار حبوب اللقاح ضمن البرعم الزهري. ويحصل في بعض الأحيان بعض التلقيح الخلطي وتراوح نسبته بأقل من ١٪. تكون حبة اللقاح في فول الصويا ثقيلة ومن النادر ان تحملها الرياح ولكن يمكن ان تحمل من الزهرة الى أخرى بواسطة الحشرات ومن النادر حصول التلقيح الخلطي الطبيعي لمسافة أكثر من ١٠ - ١٥ متراً (Poehlman, 1983).



شكل ٢١-٤. (أ) أزهار فول الصويا التي تتولد بشكل عناقيد مكونة من ٣-١٥ زهرة في أبسط الفرع. (ب) عنقود زهري واحد لفول الصويا. يلاحظ الزغب على الساق.



شكل ٢١-٥. زهرة فول الصويا. (أ) زهرة مفردة مفتوحة موضحة فيها التبريج والأوراق الكاسية. (ب) أجزاء الزهرة وفيها العلم والأجنحة والجوهر. (ج) تسعة أسدية ملتصقة بشكل أنبوية حول المدقة وأحد التوك طليقاً. (د) المدقة وهي مغطاة بشعيرات قصيرة. (هـ) مقطع في المدقة لزهرة ناضجة موضحة فيها البويضات. (عن Poehlman, 1983 ص 261).

الاخصاء والتلقيح :

ان عملية التلقيح الخلطي الاصطناعي في فول الصويا عملية متعبة وذلك لصغر الأجزاء الزهرية وان تكوين البذور يكون أقل مما في محاصيل الحبوب . تكون الأزهار جاهزة للاخصاء بمجرد ظهور البتلات عند خروج الزهرة من البرعم . تزال البتلات والسبلات لغرض اظهار حلقة المتوك المحيطة بالمدة . ويجب العناية من عدم حصول التلقيح الذاتي عند ازالة المتوك . يمكن اجراء التلقيح بمسح المتك الناضج على الميسم . ويعد اختيار المتوك ذات حبوب اللقاح الناضجة من الأمور الأساسية لغرض الحصول على نسبة من البذور من التهجين . يختلف مربيون النبات في اجراء التلقيح فالبعض يلقح في أي وقت بالنهار الذي تتوفر فيه حبوب اللقاح الطازجة ، والبعض الاخر يفضل فترة ما بعد الظهر . يمكن جمع الازهار للتلقيح وتخزينها في مجفف لغرض استعمالها في وقت آخر من اليوم . يمكن جعل الاصناف المبكرة والمتأخرة تزهر في وقت واحد وذلك بتغيير الفترة الضوئية او درجة الحرارة . وقد استخدم التطعيم للنبات المتأخر في التزهير على أصل مبكر بهدف الحصول على تكبير في ازهار الصنف المتأخر .

تتباين أصناف فول الصويا في احتياجها لطول النهار لغرض التزهير . فان بقيت درجات الحرارة ثابتة بصورة نسبية فان بالامكان تقصير الفترة الى التزهير بتقصير طول النهار أو يمكن زيادة الفترة بزيادة طول النهار . ويمكن ان يتأثر عدد الأيام للتزهير ضمن مدى ١٠ - ٣٠ م . ان زيادة درجة الحرارة ضمن هذا المدى يسرع التزهير وان خفض درجة الحرارة يؤدي الى تأخير التزهير .

العقم الذكري الوراثي :

تم التعرف على جين العقم الذكري ms_1, ms_2 في فول الصويا حيث أن وجود هذا الجين يؤدي الى منع التطور الطبيعي للمتوك الاعتيادية ذات حبوب اللقاح الحية وبذلك ينذر حصول التلقيح الذاتي في النبات الحامل لهذا الجين . يمكن نقل هذا الجين الى الأصناف الاخرى عن طريق التلقيح الرجعي . يساعد هذا الجين في عملية التهجين في برامج التربية أو زيادة التلقيح العشوائي في مجتمع التربية . لا يختلف النبات العقيم ذكرياً عن النبات الاعتيادي حتى يصل النبات الى مرحلة اعطاء القرنات حيث يفشل النبات العقيم ذكرياً في اعطاء القرنات وحيثاً يبقى النبات العقيم ذكرياً أخضر لفترة أطول مقارنة بالنباتات الاعتيادية الذي قد يستخدم كدالة لانتخاب النباتات العقيمة ذكرياً ، حيث تنتخب النباتات الخضراء او ذات القرنات الممتلئة جزئياً بعد أن تسقط النباتات

الاعتيادية أوراقها في وقت الحصاد. فان كانت النباتات المنتخبة ذات عقم ذكرى حقيقي فان الامتلاء الجزئي للقرنات يكون دليلاً على حصول التلقيح الخلطي الرجعي. وعند زراعة البذور تنزل الى نباتات عقيمة ذكراً ونباتات خصبة.

أصناف فول الصويا :

تجمع أصناف فول الصويا وفق الفترة الضوئية لتحديد مناطق أقلمتها. ويعرف في الوقت الحاضر ١٢ مجموعة نضج. يرمز لمجموعة النضج بالأرقام الرومانية بدءاً من 00 لأبكر المجموعات التي تتأقلم الى ظروف الأيام الطويلة النهار وفصل الصيف القصير وتنتهي بمجموعة (x) المتأخرة بالنضج والتي تتأقلم مع ظروف النهار القصير للمناطق الأستوائية في جهتي خط الاستواء.

ويمكن تقسيم مجاميع أصناف فول الصويا على حسب موعد النضج :

١. مبكرة جداً وتنضج بعد ٧٥ يوماً من الزراعة.
 ٢. مبكرة نسبياً وتنضج بعد ٩٠ يوماً من الزراعة.
 ٣. متوسطة التبكير وتنضج بعد ١١٠ يوم من الزراعة.
 ٤. متأخرة النضج نسبياً وتنضج بعد ١٣٠ يوماً من الزراعة.
 ٥. متأخرة النضج وتنضج بعد ٢٤٠ يوماً من الزراعة.
- في العراق الصنف لي Lee من الأصناف المتأخرة في النضج وملائم للمنطقة الشمالية من القطر ويمكث ١٨٠ يوماً في الأرض. أما الأصناف وليام Williams وكالاند Calland وكلارك ٣٦ Clark فهي أصناف مبكرة.

هناك نشرة للبرنامج العالمي لفول الصويا في جامعة إلينوى/ الولايات المتحدة الأمريكية International Soybean Program at the University of Illinois, Urbana, Champaign, U.S.A (INTSOY) تذكر فيه أسماء ٣٣٧ صنفاً من فول الصويا وسنة اطلاقه ومجموعة نضجه يمكن الاستعانة بها لجلب أصناف أخرى ملائمة للقطر العراقي. كذلك يهدف المركز الى جمع المزيد من المعلومات حول أقلمة فول الصويا في المناطق الاستوائية وشبه الأستوائية وتنظيم تجارب أصناف فول الصويا على النطاق الدولي. تصمم هذه التجارب بهدف اعطاء معلومات: (أ) مدى أقلمة فول الصويا (ب) اختبار أقلمة أصناف معينة تحت ظروف بيئية متباينة (ج) اعطاء فرصة للعمل البحثي في مجال ادخال الأصناف ومقارنتها بالأصناف المحلية (د) تجهيز أصول وراثية لفول

الصويا في برامج التربية المحلية (هـ) معرفة الأمراض والآفات التي تصيب فول الصويا حول العالم.

هناك ايضا المركز الآسيوي لبحاث الخضراوات (AVRDC)
Asian Vegetable Research and Development Center

وهو مركز دولي للبحاث يقع في Shanhua في تايوان (الصين الوطنية) حيث يؤلف فول الصويا أحد ستة محاصيل تجرى عليها الأبحاث في المركز- يتركز الاهتمام على تربية وانتاج فول الصويا للمناطق شبه الاستوائية من آسيا ، وتم تطوير مجموعة من الاصول الوراثية لأصناف فول الصويا واهتمام خاص لتربية فول الصويا لغرض مقاومة الأمراض الاستوائية خصوصا صدف فول الصويا.

طرق تربية فول الصويا :

تستعمل في تربية فول الصويا ذات الطرق المستخدمة في تربية المحاصيل الذاتية

- أ. التلقيح وهي :
- أ. الادخال
- ب. الانتخاب
- ج. التهجين
- د. تحسين المجتمع
- هـ. فول الصويا المهجين

الادخال :

لعب الادخال دوراً رئيساً في تربية فول الصويا في العراق والدول الاخرى من حيث تجهيزه برامج التربية بالاصول الوراثية التي جمعت من مناطق الأصل في منشوريا وكوريا واليابان . فمجموعة الأصول الوراثية في الولايات المتحدة الامريكية تحتوي على ٦٠٠٠ نمط وراثي تستعمل كمصدر للعديد من الجينات للتربية لمقاومة الأمراض والنباتودا . ومن بين ٣٣٧ صنفا اطلقت ووضعت من قبل المركز الدولي INTSOY في عام ١٩٧٧ كان ١٠٦ اصناف منها نشأ عن طريق الادخال . وقد بدأ ادخال فول الصويا الى العراق منذ عقد الخمسينيات والأعوام التالية حيث تمخضت في التوصية بالاصناف الأمريكية لي Lee 74 ، وكالاند Calland وكلاكرك Clark 36 ووليام Williams .

الانتخاب :

بعد فترة من نشوء الأصناف عن طريق الادخالات أتت فترة نشأت خلالها عدة أصناف جديدة من فول الصويا عن طريق الانتخاب Selection. فالعديد من مجموعات البذور غير النقية عند التوزيع أو تنشأ نباتات شاردة بعد التوزيع من التهجينات الطبيعية أو الطفرات وبذلك يبذل جهد في تنقية هذه الاصناف عن طريق الانتخاب. أغلب الأصناف الناشئة عن طريق الانتخاب نشأ عن طريق الانتخاب الفردي Individual Plant Selection أو من أصل نقي ومن النادر استخدام الانتخاب الأجمالي.

التهجين :

بعد تنقية الادخالات الأولى لفول الصويا عن طريق الانتخاب وأكثر السلالات النقية وتوزيعها تكون الخطوة التالية هي الجمع بين الصفات المتفوقة من أفضل الأصناف باستخدام طريقة التهجين. ففي النسل الهجين يسهل الحصول على أنزالات متفوقة لصفات الحاصل والنضج والمقاومة للاضطجاع ومحتوى الزيت. أجريت دراسات في المجتمعات الهجينة لفول الصويا قورنت فيه طرق تسجيل النسب، الطريقة البلوكية والانحدار من بذرة واحدة وأوضحت النتائج وبشكل متساو إمكانية الحصول على سلالات الحاصل العالي. بأي من الطرق المذكورة. ومرارا تستخدم طريقة التهجين الرجعي في تربية فول الصويا اما اجراء تهجين رجعي واحد لتكثيف الجينات لصفة كمية مرغوب فيها مثل الأقلية لطروف المنطقة الانتاجية أو سيقان قوية، أو باجراء عدد من التهجينات الرجعية لنقل الجينات ذات التأثير الكبير الى الاصناف ذات الانتاجية العالية مثل صفة المقاومة للأمراض.

في العراق هناك بدايات للتهجين بين الأصناف الداخلة بهدف الجمع بين الصفات المتفوقة وتجري حاليا في قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل، وتقيم الهجن في العديد من الصفات الحقلية والنوعية ويؤمل متابعة الأجيال الانعزالية في الأعوام المقبلة بغية انتخاب سلالات متفوقة على الآباء.

تحسين المجتمع :

في عملية تحسين المجتمعات الأبوية يستعمل العقم الذكري الذي يساعد في الانتخاب التكراري لزيادة الاتحادات الوراثية الجديدة وتوسيع تباين الأصول الأبوية.

وقد أمكن استعمال هذه الطريقة في تحسين فول الصويا بعد إيجاد جين العقم الذكري حيث توفر هذه الطريقة الفرصة لتوسيع الأصول الوراثية المستعملة وذلك بأدخال عدد أكبر من الآباء في برنامج التهجين. وفي المناطق الاستوائية أمكن الحصول على تقدم سريع في برامج تحسين المجتمع عن طريق تنمية ٢-٣ أجيال في السنة. وفي المناطق المعتدلة يمكن التعجيل في برنامج التحسين بتنمية جيل خلال موسم الشتاء في المناطق الاستوائية.

فول الصويا الهجين :

تم التنبه الى فول الصويا الهجين بعد إيجاد جين العقم الذكري ولا يوجد في الوقت الحاضر نظام لانتاج فول الصويا الهجين باستخدام هذا الجين كما لا تتوفر جينات استعادة الخصوبة الذكرية عن طريق السايكوبلازم في فول الصويا حاليا. العامل الرئيس الذي يعيق انتاج الهجين في فول الصويا هو النسبة الواطئة للتلقيح الخلطي. فقد دلت الدراسات في جورجيا (الولايات المتحدة الامريكية) وباستعمال نباتات عقيمة ذكوريا أن نسبة التلقيح الخلطي تراوحت بين ١,٤ - ٨,٣٪ وتعتمد النسبة على المسافة من الملقح. لذلك يجب الحصول على نسبة أعلى من تكوين البذور حتى يمكن هجين فول الصويا ناجحا من الناحية الاقتصادية. وتم اقتراح استخدام النحل لزيادة التلقيح الخلطي الا ان عدد البذور في القرنة هو ٢-٣ حبات / قرنة تحتم استخدام عدد كبير جدا من الخلايا لغرض تأمين التلقيح والانتاج المناسب.

أهداف التربية في فول الصويا :

من الاهداف المهمة في تربية فول الصويا هي : (أ) حاصل البذور (ب) النضج في منطقة الأقلمة (ج) المقاومة للاضطجاع والانفراط (د) الامكانية الكامنة لثبيت التروجين (هـ) المقاومة للبرد والجفاف (و) المقاومة للأمراض والحشرات (ز) تحسين نوعية البذور من حيث محتواها من الزيت والبروتين. وفي بعض الأماكن تعطى أهمية لبعض أهداف التربية الخاصة مثل أصناف الخضر لفول الصويا.

تربية القطن

مقدمة :

يزرع القطن *Gossypium spp.* في المناطق الدافئة من العالم منذ عصور ما قبل التاريخ . ففي الهند يعد القطن محصولاً مهماً منذ حوالي ٣٠٠٠ سنة ، كذلك زرع القطن في البرازيل وبيرو والمكسيك بفترة طويلة قبل اكتشاف أمريكا . وفي القطن العديد من المشاكل التي يمكن حلها عن طريق تحسين النبات في القطن وخصوصاً مسألة الأمراض والحشرات التي لا تزال عاملاً مهماً في انخفاض القدرة الانتاجية للقطن . وقد عيّنت الدول المنتجة للقطن بموضوع تربية القطن في برامجها الزراعية . ومن الأقطار الرئيسة في انتاج القطن هي : الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والهند والصين ومصر . وقد أدت برامج التربية والتحسين في القطن في هذه الأقطار الى تحسين ملموس في كمية الإنتاج . وفضلاً عن ذلك قامت الدول غير المنتجة للقطن مثل اليابان وبريطانيا وفرنسا بدعم مراكز بحوث القطن في البلدان التي تزرعه وذلك لدعم الصناعة القطنية في بلدانها . وقد أورد عبد الباري (١٩٦٤) ان قواعد التحسين في بلدان أمريكا وروسيا والهند والصين اعتمدت على :

اولاً : قيام التحسين على أساس العلوم المرتبطة بالتربية مثل الدراسات المورفولوجية والسيولوجية والوراثة وتكنولوجيا ألياف القطن وكانت هذه الدراسات المبدأ الأول والذي قامت عليه بحوث التربية لانتاج أصناف محسنة .

ثانياً : تكامل القطاعات القطنية التي تبدأ بالتربية ثم الانتاج والتسويق والتصنيع وذلك عن طريق البحوث المشتركة والمؤتمرات المنظمة ويقدر تكامل هذه القطاعات تكون درجة الاستفادة الكاملة بالمحاصيل .

ثالثاً : قيام الهيئات المركزية برسم السياسة القطنية ووضع برامج التحسين التي يشترك فيها المشتغلون بالقطاعات المختلفة ، مثل المجلس القومي لبحوث القطن في أمريكا ولجنة القطن المركزية في الهند .

منشأ أنواع القطن :

يعود القطن الى جنس *Gossypium* الذي يحتوي على حوالي ٣٠ نوعاً ثنائي المجموعة الكروموسومية و ٤ أنواع رباعية المجموعة . للأنواع الثنائية ($2n = 2X = 26$) ستة

جينومات يطلق عليها A و B و C و D و E و F منشأ جينومات A و B و E و F أفريقيا وآسيا أما منشأ الجينوم D فهو استراليا والجينوم C منشأ أمريكا. ويمكن الحصول على الأنواع الأمريكية في المنطقة الممتدة من أريزونا الى بيرو ولكن أغلبها ينمو بشكل بري في المكسيك.

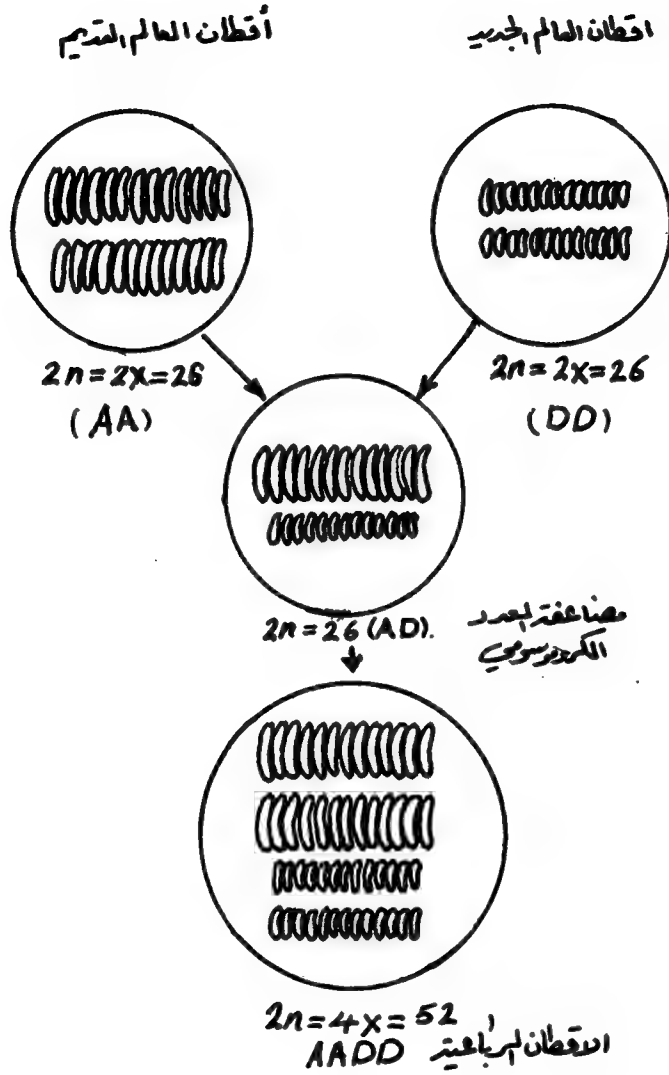
بالنسبة للمجموعة الكروموسومية تقع الأنواع في ثلاث مجاميع :
آ - مجموعة الأقطان الآسيوية وتحتوي على ١٣ زوجاً من الكروموسومات الكبيرة في خلاياها الجسمية.

ب - مجموعة الأقطان الأمريكية البرية وتحتوي على ١٣ زوجاً من الكروموسومات الصغيرة في خلاياها الجسمية.

ج - مجموعة الأقطان الأمريكية المتزرعة والمصرية وسي أبلند وتحتوي على ٢٦ زوجاً (٥٢ كروموسوم) نصفها صغير والنصف الآخر كبير. ولها الجينوم AA DD (ثنائي خلطي amphidiploid). وأمكن الحصول وبصورة تجريبية من تهجين القطن الآسيوي *G. arborium* (جينوم A, $2n = 26$) مع *G. thurberi* (جينوم D, $2n = 26$) ثم مضاعفة العدد الكروموسومي باستعمال الكولشيسين (شكل ٢١ - ٦). ويمكن تهجين الثنائي الخلطي (AA DD, $2n = 52$) مع الأقطان الرباعية المجموعة الكروموسومية لانتاج هجين خصب.

هناك أربعة أنواع من القطن المزروع الذي يمكن غزل أليافه وهي نوعان ثنائية المجموعة هما *G. arboreum* و *G. herbaceum* ونوعان رباعية المجموعة هما *G. hirsutum* و *G. barbadense* الأنواع البرية تكون معمرة وتختلف في الطول. من شجيرات قصيرة الى أشجار ولها زغب قصير فقط على البذور او تكون عارية.

أغلب الاصناف المزروعة في العراق من نوع *G. hirsutum* التي أدخلت الى العراق من الولايات المتحدة الأمريكية. وقد نشأ هذا النوع في جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى كشجرة معمرة ولكن تزرع في العراق وأمريكا بشكل نبات حولي. الجدول ٢١ - ٥ يبين بعض أنواع القطن.



شكل ٢١-٦. المنشأ الوراثي للقطن الرباعي Tetraploid cotton (عن Poehlman (1983) ص 357) ..

الجدول ٢١ - ٥ : بعض أنواع القطن حسب المجاميع الكروموسومية والأصل الجغرافي

النوع	العدد الكروموسومي		الرمز الجينومي	الأصل الجغرافي	الحالة الزراعية
	2n	الحجم			
الأنواع الثنائية من آسيا وأفريقيا وأستراليا					
<i>G. herbaceum</i>	٢٦	كبير	A ₁	افريقيا	مزرع
<i>G. arboreum</i>	٢٦	كبير	A ₂	الهند	مزرع
<i>G. anomalum</i>	٢٦	وسط	B ₁	افريقيا	بري
<i>G. sturtianum</i>	٢٦	كبير	C ₁	استراليا	بري
<i>G. stocksii</i>	٢٦	كبير	E ₁	الهند - العربية	بري
<i>G. longicalyx</i>	٢٦	-	F ₁	افريقيا	بري
الأنواع الثنائية من أمريكا					
<i>G. thurberi</i>	٢٦	صغير	D ₁	امريكا	بري
<i>G. armourianum</i>	٢٦	صغير	D ₂	امريكا	بري
الأنواع الرباعية					
<i>G. hitsutum</i>	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير (AD) ₁	امريكا		
<i>G. barbadense</i>	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير (AD) ₂	امريكا		
<i>G. tomentosum</i>	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير (AD) ₃	هاواي		
<i>G. caicoense</i>	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير (AD) ₄	البرازيل		

عن (1983) Poelman ص ٣٥٦ .

الوصف النباتي والتلقيح والعقم الذكري :

تحمل الأنواع الثمرة الأزهار ويحمل الفرع في العادة ما بين ٥ - ٨ أزهار وتبدو الأزهار في أول ظهورها في صورة براعم زهرية وهي عبارة عن القنابات المثلثة الشكل وبداخلها البرعم الزهري الصغير ويستكمل البرعم نموه من بدء ظهوره حتى تفتح الزهرة في حوالي ٣٠ يوما وتعرف هذه الفترة عمر الزهرة (عبد الباري ، ١٩٦٤).

تتكون الزهرة من ثلاث قنابات bracts مثلثة الشكل ويختلف حجم وشكل وعدد الأسنان في الأنواع المختلفة فثلاث تكون كبيرة مثلثة طويلة الأسنان في الأقطان المصرية تكون هذه القنابات تحت الكأس epicalyx. أما الكأس فيتكون من خمس سلات Sepals ملتحمة بشكل فنجان موج الحافة وتظهر عليه غدد داكنة يختلف ترتيبها في الأنواع المختلفة. التويج : مكون من خمس بتلات ذات لون كريمي في بداية تفتح الزهرة ولكن يتحول لونها الى الحمرة في اليوم الثاني ثم تسقط من النبات (شكل ٢١ - ٧) تتكون المدقة من ثلاث الى خمس كربلات في الأنواع المختلفة. أما الطلع فيتكون من عدد كبير من الأسدية الملتحمة في شكل أنبوبة سدائية تحيط بالقلم وتكون متحدة من الداخل عند قاعدة التويج. وتخرج في أعلى الأنبوبة خيوط تحمل المتك الذي يضم حبوب اللقاح. المتاع يتكون من ٣ - ٥ كربل Carpels يعلوها القلم ويتفرع القلم الى عدد من المياسم stigma يساوي عدد الكرابل. وتكون الكرابل المبيض الذي يضم عددا من المساكن Locules يساوي عدد الكرابل وبداخل كل مسكن توجد البويضات Ovules وهذه تكون البذور Seeds بعد اخصابها بواسطة حبوب اللقاح عند انفتاح المتك أو تحمل الى الميسم بواسطة الحشرات. تنقل حبوب اللقاح لمسافة محدودة جدا وذلك لثقلها ولزوجتها. يحصل التلقيح الخلطي من حبوب لقاح منقولة بواسطة الحشرات وتراوح قيمته من ٥ - ٣٠٪ رغم تسجيل حالات ٥٠٪ تلقيح خلطي في بعض الولايات في امريكا وتعتمد النسبة على مدى توفر الحشرات الخاملة لحبوب اللقاح أكثر من أي عامل آخر.. ويحصل أغلب التلقيح الخلطي الطبيعي بين النباتات النامية على مسافة قريبة من بعضها البعض وقد ذكرت تقارير عن حصول تلقيح خلطي على مسافة ٣٠٠ متر. وقد تختلف النسبة باختلاف الاصناف.

تم تطوير تقنية بسيطة لاجراء التلقيح الخلطي الاصطناعي في القطن حيث تجرى التهجينات قبل يوم تفتح الزهرة بشكل اعتيادي. وتم باجراء الخطوات الآتية :



(أ)



(ب)



(ج)



(د)



(هـ)



(ف)

شكل ٢١-٧. خطوات التهجين في القطن (أ) زهرة قطن في مرحلة ملائمة للاخصاء والتهجين: (ب) زهرة قطن بعد قطع السبلات والتويج قبل الاخصاء. (ج) إزالة المتوك بملقط دقيق. (د) جمع متوك ناضجة من زهرة الآب بواسطة قصبة قصيرة (هـ). وضع القصبة المحتوية على حبوب اللقاح على الزهرة المخصبة. (و) غلق البراكيتات حول القصبة بسلك رفيع لحماية المياسم من حبوب لقاح غريبة. السلك يحمل علامة تسجل عليها معلومات التهجين. (عن Poehlman, 1983 ص 358).

١. ازالة التويج بواسطة اليد أو تقطع بواسطة مقص أو سكين منحنية وتزال المتوك (شكل ٢١-٧ ب، ج).
٢٠. تجمع حبوب اللقاح من الزهرة الذكورية في قطعة قصيرة من قصبة الشراب (شكل ٢١-٥٧).
٣. توضع قصبة الشراب المملوءة بصورة جزئية بحبوب اللقاح أو المتوك على الميسم (شكل ٢١-٥٧) ثم تسحب القنابات حول القصبة وتربط بأحكام في موضعها.

الطريقة الاخرى للتلقيح هو امرار متك ناضج على ميسم زهرة مخصية . ومن المعتاد لمربي النبات هو الاخضاء في يوم وعمل التلقيح في اليوم التالي ، وتم حماية الازهار المخصية بتغطيتها بكيس صغير ، ويمكن اجراء التلقيح بوقت متأخر وفي نفس يوم الاخضاء باستعمال متوك ستعطي حبوب لقاح في اليوم التالي . يكون اعطاء البذور لحوالي ٧٥٪ من التلقيح الاعتيادي .

ولاجراء التلقيح الذاتي في القطن من الضروري تغطية الزهرة لمنع التلقيح الخلطي . يمكن وضع كيس ورقي صغير أو انبوبة ورقية من ورق ثقيل مغلق من طرف على برعم يتوقع تفتحه في اليوم التالي . وإذا تم وضعه على الزهرة بشكل مبكر من وقت تفتحه فان درجة الحرارة سترتفع بدرجة تؤدي الى سقوط البرعم . ويمكن التخلص من حبوب اللقاح الغريبة عن الزهرة بربط أطراف الأوراق التوجيهية بواسطة حلقة مطاطية او كلبس أو صيغ الأظافر أو سلك نحاسي رقيق ويمكن تعليق علامة براقية الى ساق الزهرة لتسهيل عملية التعرف على الجوزة الناضجة .

يقود التلقيح الخلطي الى زيادة نسبة الخلط الوراثي في نباتات القطن ويحصل هذا نتيجة التهجينات الطبيعية بين التراكيب الوراثية ضمن الصنف . ويندر أن تكون أصناف القطن أصيلة تماما مثل الحنطة وفول الصويا ، ومن المرغوب فيه وجود درجة متوسطة من الخلط في صنف القطن لاعطاء بعض التفوق والمحافظة على الحاصل العالمي والأقلمة . وهناك بعض الجدال حول نسبة التلقيح الخلطي الطبيعي الذي يؤثر في نقاوة الصنف وتدهور صفاته وعلى وجود أصناف القطن . ففي السابق وعندما كانت تزرع أعداد كبيرة من الأصناف لم يكن بالامكان تجنب خلط الأصناف وخلط البذور في المحلج ، ونتيجة لذلك تدهورت النقاوة بصورة سريعة . أما في الأصناف المزروعة حاليا فتكون أكثر تجانسا في شكل النبات وصفاته الاخرى وقد تصل الى أصالة السلالات النقية للأصناف ولا يظهر تدهور في صفات الصنف .

العقم الذكري :

هناك بحث واسع عن مصادر للعقم الذكري لاستخدامه في انتاج القطن الهجين ، وتم التعرف على عدة جينات للعقم الذكري في القطن . العقم الكامل في القطن ينتج من الجين ms_1, ms_2 ، وهناك جينات عقم ذكري تعطي عقما جزئياً وثلاثة سائدة . يمكن الاستفادة من جينات العقم الذكري في الاستفادة من التلقيح الخلطي في برامج التربية .

تم انتاج العقم الذكري السايكوبلازمي في القطن بنقل كروموسومات القطن *G.hirsutum* أو *G.barbadense* في سايكوبلازم النوع *G.harknessi* ويمكن استعادة الخصوبة عن طريق جين مفرد سائد سيادة جزئية من *G.harknessi* ولا يعطي هذا الجين استعادة خصب كاملة في أصناف الأبلاند التجارية . ويجب اختبار كفاءة جينات استعادة الخصوبة في انتاج القطن الهجين بعد الاختبار في الحقل ولعدة مواسم وفي بيئات عديدة .

وراثه وسايكولوجي القطن :

أجري العديد من الدراسات الوراثية في القطن شملت صفات ارتفاع النبات ، المقاومة للأمراض والحشرات وجود الزغب على الورقة وفقدان الرحيق nectar وشكل ورقة الباميا Okra leaf والقنابات التي تحتوي على مادة الجوسيبول Gossypol وغيرها من الصفات . ويجري العمل على تطوير سلسلة من مجاميع احادية الكروموسوم monosomics للقطن الرباعي ، حيث وجد أول قطن احادي الكروموسوم عام ١٩٣٦ ولكن من الصعوبة اكمال السلسلة ، كما تم تطوير طريقة جديدة باستخدام الانتقالات التي يمكن عن طريقها الحصول على بقية المجاميع (Poehlman, 1983) .

تم الحصول على القطن الاحادي المجموعة الكروموسومية Haploid بطريقة Semi - gamy التي تساعد في الحصول على النقاوة الوراثية خلال جيلين بعد التهجين ولكنها تستغرق وقتا طويلا للحصول على مضاعفة العدد الاحادي واجراء الانتخاب . وفي مجالات الوراثة والسايكولوجي يجري العمل في المحافظة على أنواع القطن والهجن بين الأنواع والضروب المحلية فضلا عن المحافظة على السلالات النقية والاصول الوراثية والأصناف القديمة في عدة محطات متخصصة كمحطة الميسيسيبي ومحطة أبحاث القطن جامعة أريزونا في الولايات المتحدة .

وفي مصر أشار عبد البارى (١٩٦٤) في الدراسة السايولوجية للأقطان المصرية الحديثة مثل الكرنك وأكد تماثلها مع الأقطان الرباعية الأخرى أي ان الخلايا الجسمية نضم ٥٢ كروموسوما نصفها صغير من مجموعة D والنصف الآخر كبير من مجموعة A (جدول ٢١ - ٥).

طرق التربية في القطن :

تختلف طرق تربية القطن عن الطرق المعتمة في المحاصيل الذاتية مثل الحنطة وفول الصويا ، ويعود الاختلاف الى التلقيح الخلطي الجزئي في القطن وتأثير هذا التلقيح في التكوين الوراثي لمجتمع القطن . ويمكن تلخيص هذه التأثيرات بما يلي :

آ- رغم كون القطن ذاتي التلقيح بصورة سائدة الا ان ٥ - ٣٠ ٪ من البذور تنتج من التلقيح الخلطي . وتعتمد نسبة التلقيح الخلطي على نوع وعدد الحشرات الموجودة وتختلف من منطقة لاخرى وهذه تتأثر بكمية الأمطار الساقطة واستعمال المبيدات الحشرية التي تستعمل لمكافحة الآفات في القطن .

ب- التلقيح الخلطي في المجتمعات الخليطة وراثيا سيحافظ على الخلط الوراثي في عدة أجيال ، ولهذا تلاحظ في حقول القطن نسبة متفاوتة لقوة الهجين في أغلب أصناف القطن . وقد لايعبر عن قوة الهجين في القطن الناتج عن السلالات النقية . لذلك فان هدف مربى القطن تنقية السلالة الى درجة الحصول على التجانس وفي الوقت نفسه يحافظ على درجة خلط مناسبة للبقاء على قوة نمو وانتاجية في الصنف . لذلك فان أصالة الخط النقي التي يحصل عليها في الحنطة وفول الصويا يندر السعي اليها او الحصول عليها في القطن .

ج- الحصول على درجة الخلط المناسبة في صنف القطن يقوم المربي عادة بخلط بذور من عدة سلالات او عوائل متقاربة في عملية استنباط واطلاق الصنف الجديد . ان السلالات المستخدمة في استنباط الصنف الجديد عادة تكون متجانسة في صفات النبات المورفولوجية والمقاومة للأمراض والحشرات ونوعية الألياف ولكنها خليطة بشكل يكني للمحافظة على قوة الهجين والأقلمة البيئية الواسعة .

د- يقود الأنزغال في الأجيال المتقدمة في صنف القطن الى انحراف مواصفات الصنف عن الصنف الأصلي وتدهور في نقاوة الصنف لذلك يجب على مربى القطن ومنتج

بدوره العمل على توجيه برنامج للمحافظة على أصالة الصنف ليكون مصدرا للمزارع يحصل على أصول جديدة .
الاستراتيجية التي يتبعها مربو القطن هي :

- (١) الكشف عن التباين الوراثي الموجود في الصنف غير المتجانس من خلال عملية الانتخاب ويتبعها بتقييم النسل .
 - (٢) من خلال القيام بالتهجين يحصل على المجتمع الهجين ومن خلاله يقوم بعزل التوافقات الجيدة .
- أما أهم طرق تربية القطن فهي :
- ١ . الإدخال ٢ . الانتخاب الاجالي ٣ . الانتخاب الفردي ٤ . التهجين ٥ . القطن الهجين ٦ . الهجن بين الأنواع ٧ . المحافظة على أصناف القطن

١ . الإدخال :

هذه الطريقة وكما هو معروف من أقدم طرق التربية ونعني بها ادخال أصناف محسنة من أقطار أجنبية الى البلد المطلوب تحسين أقطانه وقد اتبعها البلدان المتقدمة مثل الولايات المتحدة والبلدان النامية مثل العراق والسودان وغيرها من الأقطار. فقد تم ادخال أقطان *G. hirsutum* و *G. barbadense* الى الولايات المتحدة من قبل المستعمرين الأوائل ففي عام ١٧٨٥ ادخل *G. barbadense* من جزر البهاما وأصبح يعرف فيما بعد سي أيلاند Sea Island أما قطن *G. hirsutum* فيعرف بالأبلاند Upland والذي كان في بداية استيراده ذا جوز صغير ويذور خضراء وألياف طرية ويعتقد ان منشأه من المناطق الرطبة في المكسيك وأمريكا الوسطى . كذلك ادخال الأقطان المصرية الى الولايات المتحدة أدى الى نشوء أقطان الباما Pima . التي كانت أكثر نجاحا من أصل قطن آكالا Acala (من قرية في جنوب المكسيك) . وقد زرع صنف آكالا لأول مرة عام ١٩٠٧ ولكنه استغرق عدة سنوات من الانتخاب والأقلمة والحصول على التجانس المطلوب ويزرع هذا الصنف بنسبة ٨٥٪ من المساحة المزروعة بالقطن في كاليفورنيا وقد استورد الى العراق في الخمسينيات . ثم تلاه استيراد الصنف كوكر ١٠٠ الذي انتشرت زراعته في العراق على نطاق واسع . يعتقد ان هذا الصنف قد نشأ من التهجينات الطبيعية بين أصناف Lonestar و Foster و Clevewilt وتم انتخاب سلالات مقاومة للذبول من أصل Lonestar النامية على تربة موبوءة بالمرض ومن هذه المتخبات تم ادخال الصنف المقاوم

للذبول عام ١٩٤٢ من قبل شركة Coker Pedigreed Seed Co. في Hartsville في كارولينا الجنوبية South Carolina تحت اسم كوكر ١٠٠ ولت Coker 100 Wilt وان هذا الصنف ذو مقاومة متوسطة للذبول الفيوزيرمي وذو جوز متوسط الحجم وطول أليافه من $1 \frac{1}{32}$ - $1 \frac{3}{32}$ انج. وقد حل محل الصنف أصناف أخرى استتبطت منه مثل كوكر ٣١٠ Coker 310 الذي ادخل الى العراق أيضا وهو ذو مواصفات تيله مشابهة للكوكر ١٠٠ ولت ، ويتميز بعدد كبير من الأفرع الثمرية متوسط طول النبات في حدود ١٠٠ سم والساق قائمة ومغطاة بزغب خفيف وقصير والأوراق متوسطة الحجم يميل لونها الى الأخضر الداكن والجوزة بيضوية الشكل ذات قيمة مدنية لونها أخضر فاتح لامع ، ناعمة الملمس وهو من الأصناف المبكرة لحد ما ومقاوم بدرجة عالية للذبول الفرستيليومي .

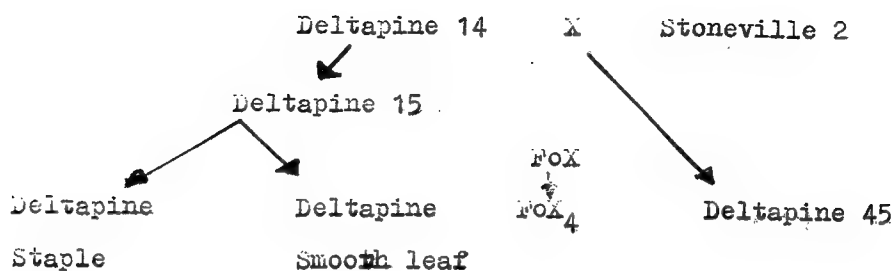
وقد قام قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل باستيراد ١٠٠ صنف من الولايات المتحدة الأمريكية والجمهورية العربية السورية وادخلت في تجارب مقارنات المحصول ، وانتخب منها سبعة أصناف من أقطان الأبلاند الأمريكية وهي . Stonville 213 ، Wilcot و Paymaster 202 ، Halab 1 ، Acala 157 ، GL 277 (داؤد ، ١٩٨٦) .

الانتخاب :

هناك ثلاث طرق أساسية للانتخاب في القطن وهي : (١) الانتخاب الأجمالي (٢) الانتخاب الفردي (٣) الانتخاب بعد التهجين . وتختلف هذه الطرق باختلاف المربين ولذلك فان طرق التربية في القطن غير متميزة كمثيلاتها في المحاصيل الذاتية التلقيح . على العموم فان الاختلاف في طريقة تنفيذ الطريقة أكثر من كونها اختلافات في الطريقة نفسها .

يمكن للانتخاب من صنف القطن المتداول أن يكون له ثلاث مهام : (أ) المحافظة على نقاوة الصنف المزروع (ب) تحسين الصنف و (ج) التعرف على الهجين أو طفرة حاصلة في الصنف قد تقود الى استنباط صنف جديد .

ومن الأمثلة على الانتخاب من الصنف المزروع الانتخاب الذي جرى على الصنف Deltapine حيث تم الحصول على الأصناف Deltapine 15 staple Deltapine و Deltapine ذي الورقة الملساء Fox 4 . أما Fox و Deltapine 45 فقد جاءت كمستخبات من المجتمع الانعزالي للهجين بين Deltapine 14 و Stoneville 2 وكما في الشكل ٢١ - ٨ .



الشكل ٢١-٨ : منشأ بعض أصناف Deltapine في القطن.
عن : Polhman, 1983 ص ٣٦٥ .

Mass selection

آ- الانتخاب الأجمالي :

يجري الانتخاب الأجمالي عن طريق جمع البذور من النباتات الجيدة والمفتوحة أو الذاتية التلقيح والمنتخبة على أساس المظهر الخارجي. وكما تطرقنا إليه في فصل الانتخاب الأجمالي في المحاصيل المفتوحة التلقيح مثل الذرة الصفراء. وإذا ما تم إجراء الانتخاب من صنف غير متجانس ويهدف المحافظة على السلالة أو الصنف فإن المرء سيحدد شكل النبات الذي يمثل الصنف أو السلالة. أما الانتخاب بهدف تحويل شكل النبات فإنه سيقود إلى صنف جديد ويجب متابعة الانتخاب لنفس النمط ولعدة أجيال. ويكون الانتخاب الأجمالي فعالاً في الصفات ذات قيمة التوريث العالية. على العموم من النادر اليوم استعمال الانتخاب الأجمالي في القطن وإنما معظم المرء يتجهون إلى الانتخاب الفردي.

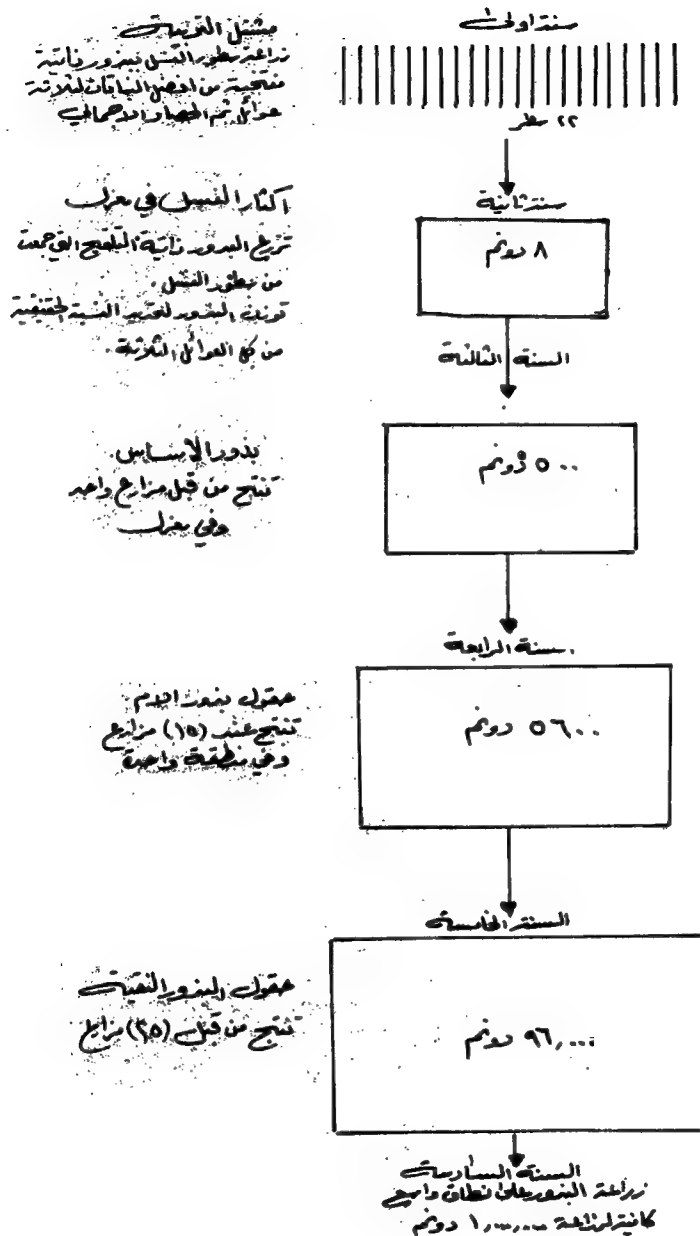
Individual plant Selection

ب- الانتخاب الفردي :

في القطن الانتخاب الفردي او انتخاب النسل Progeny Selection طريقة شائعة للمحافظة على نقاوة الصنف (شكل ٢١ - ٩ وفي الوقت نفسه يمكن استعماله بهدف الحصول على أصناف جديدة. عادة تزرع بذور كل نبات منتخب في سطر منفصل لاختبار نسله. ويقيم سطر النسل لصفات شكل النبات، والتبكير، والمقاومة للأمراض والحشرات وحاصل ونوعية الألياف. ويختب النباتات المتفوقة ذات النمط الصنف المطلوب ثم يجري اكثارها لتوزيعها اصنافاً اما منفردة او بشكل خليط من سلالات متجانسة في صفاتها أي الطريقة تشمل خطوات ثلاث وهي : (أ) مرحلة انتخاب النباتات الفردية المرغوب فيها (ب) مرحلة اختبار النسل (ج) مرحلة اكثار السلالات المتفوقة.

ستكون البذور النقية والتي يحافظ عليها بهذه الطريقة من الانتخاب جاهزة للمزارع بعد ٣ - ٥ سنوات من اكثار البذور. ويمكن تقليل التلقيح الخلطي الطبيعي في الحقل بالسيطرة على الحشرات في الحقل عن طريقة المكافحة. من الأمثلة على الانتخاب الفردي انتخاب السلالة Acala 4-42 من Acala 1517 في عام ١٩٣٩. وقد استمرت عمليات الانتخاب والاختبار حتى عام ١٩٥١ وفي ذلك الوقت تم جمع البذور الملقحة ذاتياً من ثماني عوائل لنباتين ومقاومة للذبول بصورة جماعية لتكوين البذرة الأساس للسلالة Acala 4-42. وخلال كل سنة من السنوات التسع اللاحقة يتم زراعة عدة مئات من سطور النسل الناشئة من بذور التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة من السنة السابقة ويتم تقويمها من ناحية التبكير والمقاومة للذبول وحاصل ونوعية الألياف وغيرها من الصفات. وتعامل السطور النسل المنحدرة من ال ١٢ عائلة المستخدمة في الاكثار الأصلي للبدور بصورة منفصلة. وهذه الطريقة يمكن التعرف على العوائل ذات سطور النسل المتفوقة ويتم ازالة العوائل غير الجيدة بصورة تدريجية من مكونات الصنف. وبحلول عام ١٩٥٩ بقيت ثلاث عوائل فقط والتي كونت نواة الصنف Acala 4-42 ثم اضيف اليها السلالة 5-1-6 الى مجموعة البذور.

يختلف انتخاب النسل في القطن عن انتخاب السلالة النقية في المحاصيل الذاتية التلقيح من حيث : (أ) النبات المنتخب ليس أصيلاً بشكل كامل (ب) جمع السلالات الاختية المتقاربة لتكوين العوائل (ج) جمع العوائل والسلالات لتكوين بذرة الأساس. وباختلاف آخر يمكن اعادة هذه العمليات سنوات وبذلك نحصل على بذرة



شكل 21 - 9. مخطط لانتاج بطور الصنف Acala 4-42

أساس جديدة كل سنة. أما في تربية السلالة النقية فإنه يتم التوقف عن الانتخاب بعد الانتخاب الابتدائي إن كان النسل متجانساً ويظهر أصيلاً.

يمكن استعمال الانتخاب الفردي أو النسل في المجتمعات الانعزالية بعد التهجين. ويتبع طرق الانتخاب الاعتيادية كما في طريقة [تسجيل] النسب الاعتيادية في الأجيال المبكرة الانعزالية. ويتم التعرف على النباتات المتفوقة في الجيلين الثالث والرابع ثم تزرع بذور النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي أو المفتوح في سطور النسل لغرض الحصول على سلالات وعوائل كما ذكر سابقاً.

هذا وقد ذكر Poelhman (1983) محاورات عدة للطريقة تستعمل من قبل مختلف المربين منها :

آ- بالامكان تكرار سطور النسل وزراعتها في تجارب الحاصل وهذا يسمح بتقويم التباينات الوراثية والبيئية بين المتخبات.

ب- يمكن خلط الأنسال المتخبة للسطور والبدء بدورة انتخاب جديدة متبعين الانتخاب التكراري.

ج- يمكن المحافظة على أساس واسع للمتخبات بخلط مجاميع من الأنسال أكثر من حصر الجمع من أنسال ذات مدى ضيق من التراكيب الوراثية المتماثلة ويطلق على هذه الانتخاب التمثلي type selection والمهدف منع تدهور الحاصل والناتج عن تحديد الانتخاب لأساس وراثي ضيق. ويمكن استعمال التهجين الرجعي للدمج الجينات المرغوب فيها في الأصناف أو السلالات الترية.

اتبعت طريقة الانتخاب الفردي في الحصول على أصناف عدة جديدة في الأقطان المصرية مثل أصناف جيزة ٧ وجيزة ٤٧ وهيم ١٨٥ التي انتخبت جميعها من الأشموني. على العموم قل استعمال هذه الطريقة وتم الاتجاه نحو التهجين بين الأصناف.

طريقة اختبار نقاوة للصنف :

لاختبار نقاوة الصنف والذي يجري للأصناف التجارية المزروعة مرة كل ثلاث سنوات. يحتوي الحقل على ٣٦ سلالة تمثل صنفين أو أكثر. ويتكون الحقل من ١٠ مكررات وتمثل كل سلالة في كل مكرر بخط واحد يزرع بـ ١٠ نباتات على بعد ٧٥ سم. وبذلك يزرع في كل سلالة ١٠٠ نبات. ويجب أن تكون البذور المزروعة ناتجة عن الاخصاب الذاتي، ويخصب بعض الأزهار من كل نبات اخصاباً ذاتياً لاستعمال البذرة

الذاتية ، أما باقي محصول النبات الناتج عن الاخصاب الطبيعي فيستعمل في تقدير الصفات لكل نبات فردي وهي : تصافي الحليج ، وطول التيلة ، ووزن الجوز من القطن الزهر ووزن ١٠٠ بذرة .

تدرس هذه الصفات في الشوارد أيضاً وتدرس العلاقة بين صفات النباتات الأصلية والشوارد ويرسم توزيع الشوارد الممتازة والمجموعة والنموجية للصنف والشوارد الرديئة . تزرع المجموعة النموجية للصنف في ظلة سلكية (لمنع الحشرات) . البذرة الناتجة من الظلة تكون ذاتية الاخصاب وتعاد زراعتها مدة سنة أو سنتين تحت الظلة لتكون مصدراً لتقاوي النبات التي ستنتج نواة جديدة للصنف بهدف المحافظة عليه من التدهور .

الشوارد : هي النباتات التي تظهر مبعثرة ضمن المجموعة النموجية ، بعضها يكون في صفاته أقل من المجموعة النموجية فتستبعد ، اما البعض الآخر فيكون شوارد ممتازة فيعطى لنباتاتها رقماً لتكون سلالة جديدة وتزرع في الظلة السلكية . يتم اختبار كل نبات على حدة مكونة عائلة في حقل الاختبار والعائلة التي يثبت احتفاظها بصفات المحسنة الممتازة تقارن في حقل السلالات لسنوات عدة مع الانتخاب الفردي لأفضل السلالات . وإذا ثبت جودة صفاتها وثبوتها تقارن مع النموذج الحالي للصنف في تجارب الحاصل وتختبر نقاوة أفضلها في حقل اختبار النقاوة ويجري أكثاره بعد ثبوت نقاوته للحصول على بذور النواة ثم الاكثار لانتاج بذور التقاوي .

التهجين بين الأصناف :

تعد طريقة التهجين من الادوات الفعالة لمربي القطن بهدف انتاج الأصناف الجديدة ، حيث استخدمت لإنتاج العديد من الأصناف الجديدة في مصر ، والولايات المتحدة . ففي مصر يعتقد مربو القطن أن أصناف القطن الموجودة على درجة عالية من الأصالة وإن التباين الموجود في نباتاتها لا يسمح بتحسينها أو انتاج أصناف جديدة منها باتباع طريقة الانتخاب . تتبع طريقة التهجين في القطن عندما يراد جمع بعض الصفات الاقتصادية الهامة الموجودة في سلالتين أو صنفين مختلفان في التركيب الوراثية كذلك الاستفادة من ظاهرة الانعزال المتجاوز الحدود Transgressive Segregation في تربية أصناف جديدة تتفوق على آباؤها . ففي مصر يتفوق الصنف جيزة ٣٠ على أبويه (جيزة ٤٧ وسخا ١١) في محصول القطن الزهر وتصافي الحليج ، ولوحظ أن صفة متانة الغزل من

الصفات التي تظهر ظاهرة الانعزال متجاوز الحدود في كثير من المهنج. * . هناك حاجة ماسة لتجديد وإضافة صفات محسنة الى الأقطان العراقية حيث ان عمليات التهجين ومتابعة الأجيال الانعزالية لازالت في بداياتها وتتطلب وضع برامج محكمة لتحسينها وفق القياسات العراقية وباستيراد بعض السلالات الممتازة من خارج القطر خصوصاً من الولايات المتحدة ومصر لاستمرار برامج التحسين فيها وإنتاج أصناف جيدة مقاومة للأمراض والحشرات وتحسين صفات الثيلة وتصافي الحليج. ويجب التوسع باستيراد الأصول الوراثية من النوعين *G. hirsutum* و *G. barbadense* والاستفادة من الأنواع البرية أو الأصناف القديمة في برامج التربية المستقبلية في القطر. هذا وقد أجري العديد من التهجينات البسيطة والمعقدة في القطن في شمال العراق (داؤد ، ١٩٨٦). أنتجت أجيال أولى تمتاز بصفات جيدة مقارنة بالآباء.

خطوات انتاج الأصناف الجديدة من القطن بالتهجين :

السنة الأولى : زراعة الآباء المنتخبة في قطاع التهجينات وإجراء عمليات الاختصاص والتهجين خلال شهري تموز وآب. يمكن زراعة بذور الجيل الأول في الشتاء داخل البيت الزجاجي لإنتاج بذور الجيل الثاني.

السنة الثانية : زراعة ١٠٠ نبات من نباتات الجيل الثاني في الحقل على مروز بأبعاد ٧٥ سم وتدرس الصفات الحقلية الهامة وصفات الثيلة لكل نبات على حدة. يراعى تأمين التلقيح الذاتي لبعض الأزهار على كل نبات فيما يترك البقية لتلقيح طبيعياً ويستعمل قطنها لإجراء القياسات المختبرية. تنتخب أفضل السلالات وبمحدود ١٠ - ١٥ ٪ من النباتات لتكون هذه النباتات عوائل الجيل الثالث.

السنة الثالثة والرابعة : البدء في تكوين العائلات وذلك بزراعة كل نبات منتخب في الجيل الثاني في سطر مستقل ليكون عائلة وتنتخب أفضل نباتات كل خط لزراعتها في السنة التالية. يجري الانتخاب على أساس تفوق النباتات في صفات الثيلة والصفات الخضريّة مثل وزن الجوزة ومعدل الحليج أو كمية الشعر التي تحملها ١٠٠ بذرة Lint index. ولا يعتمد على محصول النبات الفردي في الانتخاب لصفة كمية المحصول لصغره أو عدم وجود الارتباط بين محصول النبات ومحصول السلالة الناتجة عنه.

السنة الخامسة : السنة السابعة : تزرع البذور الذاتية للنباتات المتخبة في حقل السلالات المنسبة (تجربة من مكررين وتزرع من كل سلالة في كل مكرر ٣ خطوط بكل خط ١٠ نباتات المسافة بينها ٥٠ سم). وإلى جانب ذلك تزرع بضعة خطوط من البذرة الطبيعية لكل نبات (اجمالي العائلة) لاعطاء فكرة عن درجة التماثل في الصفات الخضرية.

يستعمل محصول اجمالي العائلة في اختبارات الغزل. اما محصول البذور فيزرع قسماً لعمل تجربة مقارنات مصغرة (آ) لمقارنة حاصل العائلات الجديدة والصنف التجاري ويزرع الجزء الآخر ليعطي كمية كافية من البذور لاجراء تجربة مقارنة محصول مصغرة (ب) في الجيل الخامس يكون الانتخاب على أساس نتائج اجمالي العائلة بجانب نتائج النباتات الفردية. بعد الجيل الخامس يكون الانتخاب على أساس نتائج الانتخاب الاجمالي والفردى ونتائج الاداء في تجارب الحاصل.

السنة الثامنة والتاسعة : تزرع السلالات الممتازة مع عائلات شقيقة من بذور ذاتية الاخصاب في حقل السلالات المنسبة وفي الوقت نفسه تزرع بذور الاجمالي الخاصة بها في تجارب مقارنة الحاصل في مناطق مختلفة في القطر وتحتوي التجربة على ٦ - ٧ أصناف من بينها الصنف التجاري.

وإذا ثبت نقاوة الصنف الجديد وتفرقه في الحاصل يعمل على المحافظة على صفاته واكثاره وتوزيعه عادة تستغرق تربية صنف بطريقة التهجين من ٨ - ١٠ سنوات.

أشكال تجارب مقارنة المحصول في سلالات القطن :

١. تجارب المحصول الأولية (آ) : وتجري فيها مقارنة عدد كبير من السلالات حوالي ٤٠ - ٥٠ سلالة فضلاً عن صنف تجاري للمقارنة.

٢. تجارب المحصول الأولية (ب) : ويتراوح عدد السلالات التي تقارن فيها من ١٥ - ٢٥ سلالة منتخبة من التجارب السابقة. ويجري هذا النوع من التجارب في مناطق متعددة من القطر والتي تزرع القطن.

عادة يستعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD ل ٤ - ٦ مكررات كل وحدة تجريبية تحتوي على خمسة خطوط طول الخط ٤ م والمسافة بين الخطوط ٦٠ سم وتزرع الجور على مسافات ٢٠ سم وتخف كل جورة على نباتين. وعند الجني يجمع فقط محصول الثلاثة خطوط الوسطى من كل وحدة تجريبية. تدرس صفات :

- (١) نسبة الانبات
- (٢) كثافة النباتات
- (٣) محصول الدونم من القطن الزهر
- (٤) محصول الدونم من القطن الشعر
- (٥) تصافي الحليج
- (٦) وزن ٥٠ جوزه
- (٧) التبكير في النضج مقدرة من نسبة وزن الجنية الأولى الى المحصول الكلي
- (٨) صفات التيلة الأساسية وهي مائة الغزل ومتوسط طول التيلة ومتنصف السقوط ووزن السم الطولي من الشعر أي نعومه التيلة مقدرة بوحدات المليلتكس Millitex أي متوسط الوزن بالمليغرام لألف متر من الشعر) وقراءة الميكرونير.
٣. مقارنة المحصول المبكرة : في هذه التجارب تدخل السلالات التي أظهرت تفوقاً في الاختبارات السابقة ولا يزيد عدد السلالات والأصناف في هذه المقارنات عن ٩ سلالات يكون أحدها الصنف التجاري وعادة يستعمل تصميم المربع اللاتيني وتكون المساحة حوالي $(\frac{1}{10})$ دونم.

ولاكثر أفضل الاصناف والسلالات ينتخب عدد من النباتات الفردية (حوالي ٥٠ نبات فردي) من خطوط أفضل أنسال السلالات بحيث تمثل الصفات المرغوب فيها للصنف الجديد، وتزرع بذرتها الذاتية في حقل منعزل زراعته اجمالية مكونة عدد من النويات مساوياً لعدد النباتات المنتخبة. أما البذور الطبيعية فتزرع في حقل السلالات للاستفادة منها في مقارنة محصول النوايا المنتخبة من الصنف وبذلك تستمر عملية تجديد خطوط نسل الصنف ونوياته من سنة لآخرى. وفي عمل مقارنات محصول النويات يجب ان تقارن ببذرة أساس الصنف الموجود في ذلك الوقت للتأكد من تفوقها.

تدرس الصفات الحقلية للنويات (٥٠ نوية في حالة انتخاب ٥٠ نباتاً فردياً) وصفات التيلة والغزل وعلى أساسها تنتخب ١٢ نوية لزراعتها في العام التالي حيث تجري مقارنة محصولها مع بذرة الاكثار الطبيعي. وقد أورد رضوان (١٩٨٠) حالة الصنف جيزة ٧١ في مصر، ففي عام ١٩٦٤ انتخب ٥٠ نباتاً فردياً تمثل الصفات المرغوب فيها للصنف من الأنسال المنتخبة للصنف، وزرعت بذرتها الذاتية زراعة اجمالية عام ١٩٦٥ مكونة ٥٠ نوية، كما اكثرت بذرتها الطبيعية. وتحت دراسة النويات في الحقل لصفاتها الخضرية كما درست صفات التيلة والغزل، وعلى أساس هذه الصفات انتخبت ١٢ نوية عام ١٩٦٥

لتكون نويات عام ١٩٦٦. ودخلت بذرة اكثارها الطبيعي في تجربة مقارنة أصناف لهذه النويات. وكان الانتخاب على أساس صفات متانة الغزل ، ونعومة التيلة ومنتصف السقوط وصافي الحليج.

وفي عام ١٩٦٥ انتخب من خطوط النسل من الصنف المذكور ٣٢ نباتاً تمثل الصفات المرغوب فيها وزرعت بذرتها الذاتية عام ١٩٦٦ مكونة ٣٢ نوية كما اكثرت بذرتها الطبيعية للاستفادة منها في تجربة مقارنة محصول النويات ، كما انتخب ٤٠ نباتاً أخرى ممتازة في صفاتها لتكون خطوط النسل للصنف عام ١٩٦٦ لترجع بذرتها الطبيعية . وقد بدأت اكثار الصنف جيزة ٧١ عام ١٩٦٤ بحقل منغل في سخا مساحته ١٧ قيراطاً وفي عام ١٩٦٥ زرع في حوض منغل في سخا مساحته ١٠ أفدنة وفي سنة ١٩٦٦ زرع منه مساحة ٦٦ فداناً من النويات . عادة يحيط بالنويات الذاتية والسلالات وتجربة محصول النويات نطاقان الأول من مخلوط اكثار السلالات عام ١٩٦٤ والثاني اكثار نطاق الصنف في العام السابق .

القطن الهجين :

اقترح الاستفادة من قوة الهجين في القطن بزراعة هجن الجيل الأول . وتم اقتراح الطرق لانتاج الجيل الأول وتشمل التلقيح اليدوي ، والتلقيح الخلطي الطبيعي واستعمال المواد المبيدة للكاميتات الذكرية gametocides للحصول على العقم الذكري واستعمال العقم الذكري الوراثي والسايوبلازمي . ففي الهند يمارس التلقيح اليدوي على نطاق محدود ، وهذه الطريقة غير اقتصادية خصوصاً في البلدان ذات الكلفة المرتفعة للعمالة . وقد أدى اكتشاف العقم الذكري السايوبلازمي الى تجديد الاهتمام في استنباط هجن القطن . وتتضمن الطريقة استخدام السلالة Aline A العقيمة سايوبلازميا وسلالة محافظة B-line وسلالة مستعيدة للخصوبة R-line وهذه الطرق تشابه الطرق المستخدمة في الحنطة والذرة البيضاء .

في العراق أظهرت دراسات بعض الهجن الفردية والثلاثية بين أصناف كوكر ٣١٠ وجي ال ٢٧٧ وآكالا ١٧١٥ وحلب ١ وبياستر ٢٠٢ وولكوت وستونفيل ٢١٣ ، غزارة هجينة معنوية عن متوسط آباؤها لبعض الصفات . كما أظهرت الهجن الثلاثية غزارة هجين أكبر مقارنة بالهجن الفردية بين الأصناف الثلاثة المكونة لكل هجين ثلاثي (داود ، ١٩٨٦) .

التهجين بين الأنواع :

يمكن استعمال التهجينات بين الأنواع لادخال جينات جديدة في قطن الابلانـد . وتم الحصول على متخبات من الهجن الثلاثية بين ثلاثة أنواع (G. arboreum X G. thurberi) X American Upland لها الياف قوية بشكل غير اعتيادي . ويبدو هذا الشذوذ بسبب كون عوامل قوة الألياف قد اشتقت من الأنواع الأمريكية البرية وهو *G. thurberi* وهي أنواع لا تنتج أليافاً . لكل من قطن الابلانـد الأمريكي *G. hirsutum* وأقطان البهاما *Pima Cottons G. barbadense* ٢٦ زوجا من الكروموسومات وتهجن بصورة حرة . أجري العديد من الهجن بين أصناف هذين النوعين نتج عنه ادخال جينات من أحد الأنواع الى الآخر . أما في الهجن المتباعدة فمن الضروري اجراء عدة تهجينات رجعية لقطن الابلانـد لغرض استعادة الصفات الحقلية المرغوب فيها وإزالة تأثير السلوك الكروموسومي الميـت lethal أو الذي تؤدي الى العقم .

أشار (1983) Poehlman الى أن عددا كبيرا من الصفات المرغوب فيها قد تم نقلها الى أقطان الابلانـد . وقد نجح برنامج منظم لتهجين أنواع القطن في محطة المسيسيبي التجريبية في الحصول على هجن بين ١٦ نوع ونقل كروموسومات الى سبعة من السايـتوبلازم .

المحافظة على اصناف القطن :

تم التأكيد على الحاجة في المحافظة على أصناف القطن من التدهور والحصول على أصول نقية وبصورة دورية ، وقد ذكرنا دور الانتخاب الفردي في المحافظة على الأصناف . يمكن المحافظة على الأصناف بعدة طرق :

آ- تنقية الصنف من نباتات الشوارد offtypes

ب- الانتخاب الاجمالي

ج- انتخاب النباتات الفردية

د- المحافظة على قسم من البذور الأصلية

ان ازالة الشوارد يقلل من الخلط ولكنه يتحدد بمعرفة النباتات التي تختلف مظهرها في الحقل والتي تختلف من نمط نباتات الصنف وما لم تزال النباتات الشوارد قبل التزهير فان حصول التلقيح سيبقى على الجينات الآتية من الشوارد . اما الانتخاب الاجمالي فيتحدد في التعرف على النباتات المتفوقة بالفحص العيني . ان التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة يزيل

احتمال التلقيح الخلطي مع الشوارد. ومالم يتم انتخاب عدد كبير من النباتات ودقة جمعها في الانتخاب الاجالي فان التغاير سيزداد من خلال ضم نباتات شاردة وبتكرار عالٍ اكثر من وجودها في المجتمع الاصلي.

أما الانتخاب الفردي أو انتخاب النسل Progeny selection فقد نوقش وطريقة استخدامه في المحافظة وزيادة بذور أكالا ٤ - ٤٢ - 42 - 4 Acal في كاليفورنيا وكما موضح في الشكل ٢١ - ٥. ففي كل سنة تزرع سطور التلقيح الذاتي من انتخابات للنباتات المتفوقة من عوائل أكالا ٤ - ٤٢. تجمع البذور المحصودة من سطور النسل لتعطي النواة لاكثر البذور. يتزايد حفظ ثم اعادة استعمال البذور الأصلية كطريقة للمحافظة على نقاوة الصنف. عادة يتم تخزين عدة أطنان من البذور الأصلية في غرف باردة مسيطر على ظروفها البيئية للمحافظة على الأنبات ولعدة سنوات. وفي كل سنة تؤخذ كمية كافية من البذور لتعطي النواة لاكثر جديد للبذور. تؤمن الطريقة عدم حصول التغيرات الوراثية في بذور النواة خلال العمر المتوقع للصنف. تجنب هذه الطريقة ضياع وقت المرابي والمصادر التي تستنزفها عملية المحافظة على الصنف وتتيح توجيه جهدا أكبر نحو تحسين الصنف.

اهداف التربية في القطن :

تتضمن الأهداف الرئيسة في تربية القطن.

- (١) الحصول على انتاج عال من القطن.
- (٢) التبيكير بالنضج.
- (٣) الأقلمة للزراعة الميكانيكية.
- (٤) المقاومة للأمراض والحشرات.
- (٥) تحسين نوعية الألياف والبذور.

(١) حاصل القطن الشعر:

يتحدد حاصل القطن بالمكونات التالية : (آ) عدد الجوز (ب) حجم الجوز و (ج) تصافي الحليج . فالنباتات العالية الانتاج يجب ان تكون متفرعة ذات عدد كبير من الجوز، كما يرغب بزيادة عدد البذور في الجوزة وذلك لكون الألياف تؤخذ من سطح البذور. كذلك فان كثافة الشعر على البذرة تؤخذ بنظر الاعتبار في تصافي الحليج . ان كثافة الشعر من خصائص الصنف ويمكن تحسينها عن طريق التربية . ومن المهم أن يعطي النباتات بصورة مبكرة قبل حلول البرد والانجماد.

تختلف أصناف القطن في حجم الجوز والذي يعبر عنه بوزن القطن (بذور + شعر) بالغرامات. أما تصافي الحليج فهو وزن الشعر الذي يتم الحصول عليه من وزن بذور القطن. لذلك يرتبط حجم البذرة مع نسبة الألياف فالأصناف ذات البذور الكبيرة لها تصافي حليج أقل من الأصناف الصغيرة البذور. وإن حجم البذور يرتبط مع حجم الجوز فالجوزة الصغيرة لها بذور صغيرة والجوزة الكبيرة لها بذور كبيرة. يتأثر الحاصل النهائي للألياف بالعلاقات بين جميع الصفات المذكورة سابقا. كذلك مع المقارنة للأمراض والحشرات وغيرها من العوامل.

إن حاصل الألياف في وحدة المساحة أكثر أهمية للمزارع من بذور القطن وذلك لكون قيمة الشعر أكثر من قيمة البذور. وإن الانتخاب لتحسين حاصل الألياف مرارا ماتحصل عنه انخفاض في نوعية الألياف التي يجب الاهتمام بها في التربية للحاصل العالي.

التبكير بالنضج

إن للتبكير في النضج فوائد عدة في القطن. فالتبكير يتيح للقطن أن ينمو خلال فترة ملائمة من ناحية الرطوبة ويتم جنيه قبل أن يتلف بفعل ظروف سيئة وقبل أن يصاب بالحشرات والأمراض. كما أن النضج المبكر والمتجانس يساعد في الحصاد الميكانيكي، حيث يرغب في الحصول على نسبة مرتفعة من القطن المفتوح في الجنية الأولى، كذلك في الأصناف المبكرة تساعد في الاقتصاد بمياه الري مقارنة بالأصناف المتأخرة.

عادة لا يمكن قياس صفة التبكير بسهولة حيث أن نبات القطن يعطي ازهارا ويعقد الجوز عبر فترة زمنية طويلة. فالتبكير يتأثر بالآتي :

(أ) مدى تبكير القطن بالتزهير.

(ب) سرعة تطور الأزهار.

(ج) الفترة الزمنية الضرورية لنضج الجوز.

تختلف الفترات الزمنية لهذه الأدوار نسبيا حسب الأصناف والظروف البيئية التي ينمو تحتها القطن.

تربية التبغ BREEDING TOBACCO

مقدمة :

التبغ من المحاصيل التي أصبحت تزرع على نطاق واسع في جميع اقطار العالم رغم ان الموطن الاصلي للمحصول في امريكا. تتركز زراعة التبغ في العراق في المناطق الشمالية في المحافظات : دهوك وأربيل والسليمانية ، اما التبنك فيزرع في بعض محافظات الوسط مثل محافظة كربلاء. ويعد التبغ من المحاصيل المهمة في الصين، والهند، وتايلاند، والباكستان، وبورما، وسيريلانكا، واندونيسيا والولايات المتحدة الامريكية.

يتأثر نمط ونوعية التبغ المزروع بدرجة كبيرة بظروف التربة والمناخ. تتطور ورقة التبغ وهي المنتج التجاري للمحصول تحت ظروف بيئية معينة. تعد العوامل المناخية من درجة الحرارة والرطوبة من العوامل المهمة التي تؤثر في نوعية ورقة التبغ ، لذلك يتركز انتاج التبغ في مساحات صغيرة ، وان التبغ المنتج في منطقة معينة له صفات معينة تميزه من التبوغ المنتجة في مناطق اخرى ، ففي العراق هناك تبوغ كويسنجق وتبوغ بشدر. يزرع التبغ كمحصول صيفي في المنطقة الشمالية من العراق.

ان اعمال التربية للحصول في التبغ معقدة وذلك لان النوعية مهمة في الدرجة الاولى وهي صفة معقدة لا يمكن قياسها بصورة كمية. ويمكن قياسها على اساس مظاهر نوعية مثل الطعم taste والرائحة aroma بعد تخمير وتجهيف التبغ بصورة جيدة.

الوصف النباتي والوراثة :

ينتمي محصول التبغ الى جنس *Nicotiana* من العائلة الباذنجانية *Solanaceae* التي تشمل على البطاطا والطماطة ، والفلفل ، والباذنجان والبيتونيا وغيرها من المحاصيل الغذائية والعطرية والطبية. ويعرف حالياً (٦٥) نوعاً من التبغ حوالي نصفها متوطن في امريكا الجنوبية والبقية في شمال امريكا واستراليا وجزر جنوب المحيط الهادي.

هناك نوعان مهمان من الانواع المزروعة للجنس *Nicotiana* وهما التبغ *N. tabacum* والتبنك *N. rustica* ولا يوجد اي منها بحالة برية. يزرع النوع الاول لاغراض التدخين والتبغ المعلوك اما النوع الثاني فيستعمل للتدخين بالتركيبة وكسقوط للاستشاق.



شكل ٢١ - ١٠ النورة الزهرية لنبات التبغ حيث يحمل السويق الطرفي عدة أزهار

يتراوح العدد الاحادي (n) لكروموسومات النوع في الجني *Nicotiana* من ٩ - ٢٤ كروموسوم ولكن العدد الشائع (١٢) كروموسوم و (٢٤) كروموسوم. يحمل كل من النوعين العدد الثنائي (2n) لعدد الكروموسومات وهو (2n = 48). يعتقد ان النوع *N. tabacum* متضاعف خلطي amphidiploid نشأ من التهجين بين النوعين *N. (n = 12)* *glauca* و *N. (n = 12)* *glauca*. يظهر ان التباك *N. rustica* ثنائي نشأ من التهجين بين النوعين *N. (n = 12)* *glauca* و *N. (n = 12)* *glauca*. *N. undulata* مع *pannculata* (n = 12).

تتباين اوراق التبغ بصورة واسعة بالشكل والنسجية والعدد. ويعتمد ذلك على الصنف والظروف البيئية والعمليات الزراعية. بصورة عامة يتم اجراء قطع القمم النامية Topping والسرطنات Suckers لتشجيع نمو الاوراق المرغوب فيها. ان القدرة على مراكمة النيكوتين nicotine احدى صفات نبات التبغ. والنيكوتين قلويد alkaloid له الصيغة التركيبية (C10 H14 N2) ويصنع في الجذور ولكنه يوجد في جميع اجزاء النبات

ماعداد البذور الناضجة ويخزن بصورة واسعة في الاوراق. تختلف كمية النيكوتين والقلويد القريب اليه النورنيكوتين nornicotine بدرجة واسعة باختلاف الصنف وانواع التبغ.

Flowering

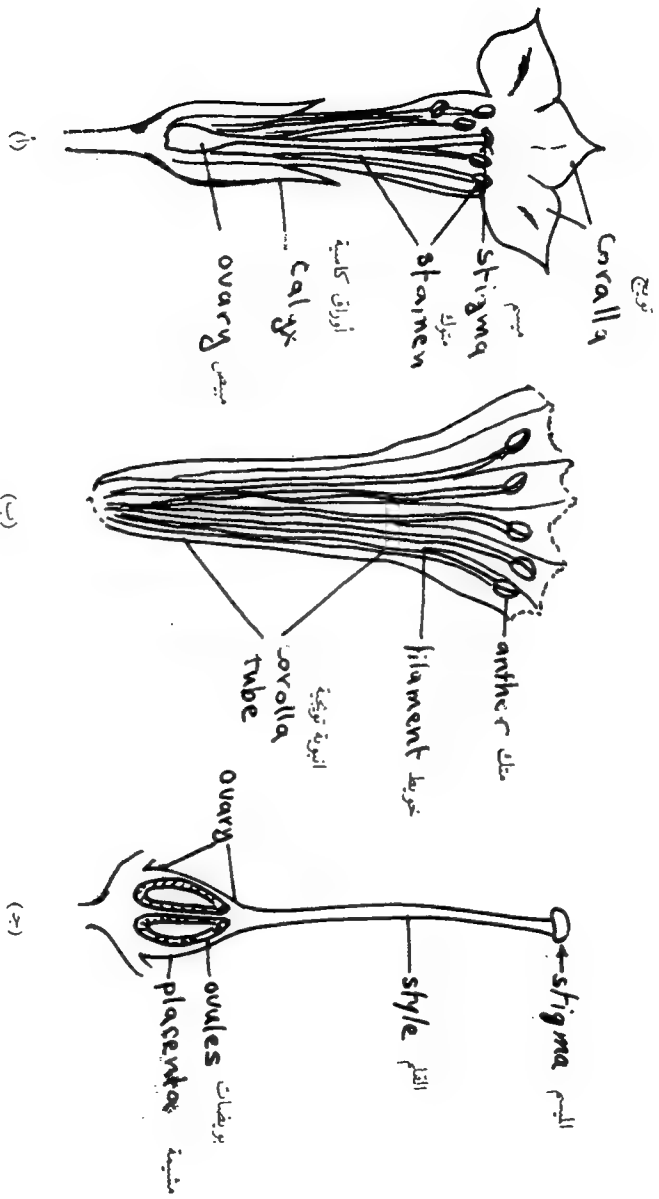
التزهير:

تكون النورة الزهرية للتبغ نورة راسيمية طرفية والتي تحمل حوالي ١٥٠ زهرة (شكل ٢١ - ١٠). التويج Cotolla يحتوي على خمس بتلات ملتحمة مع بعضها البعض مكوناً انبوبة طويلة تنتهي بخمسة فصوص ممتدة (شكل ٢١ - ١١). لون البتلات الاعتيادي وردي ولكنه قد يتغير بين الابيض والاحمر في بعض الاصناف. تحتوي الزهرة على خمسة متوك ملتحمة بالانبوبة التويجية (شكل ٢١ - ١١ ب) ومدقة ذات قلم طويل واسطواني مع ميسم مكون من فصين وطرف غير حادة (شكل ٢١ - ١١ ج). بصورة عامة المدقة للزجة وتلتصق بها حبوب اللقاح بشكل مباشر. اعتيادياً التبغ ذاتي التلقيح ولكن قد يحصل تلقيح خلطي طبيعي بنسبة ٤ - ١٠٪ عن طريق التلقيح بواسطة الحشرات. لذا من الضروري وضع اكياس ورقية على النورة الزهرية لتأمين التلقيح الذاتي. يجب ازالة الازهار المتفتحة والملقحة قبل اجراء عملية التكريس ، ويفضل تعفير الرؤوس بمبيد حشري قبل التكريس لمنع الحشرات من التغذي عليها.

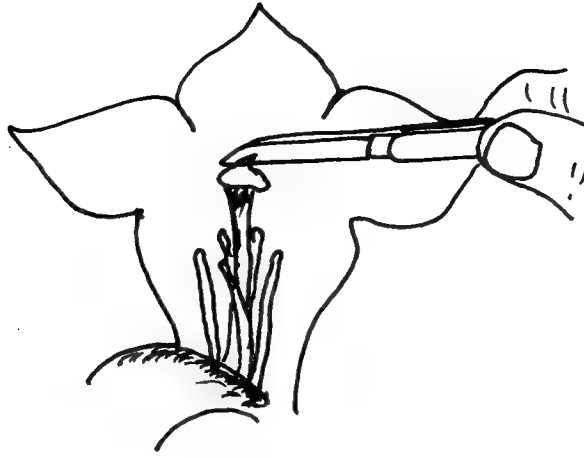
البذور صغيرة جداً وتتكون في علبة منصفة (شكل ٢١ - ١١ ج). وقد نحصل من زهرة واحدة على ٢٠٠٠ - ٥٠٠٠ بذرة وعدة مئات من الآلاف من البذور للنبات الواحد.

اما نبات التبنك فينتج حوالي ربع هذا العدد. ان هذه القدرة الكبيرة على انتاج البذور تسمح في الاكثار السريع للضرروب والاصناف الجديدة. تعيش بذرة التبغ لفترة طويلة اذا ماتم تخزينها في مكان بارد وجاف حيث تحتفظ بحيويتها لفترة ١٥ - ٢٠ سنة.

يمكن اجراء التلقيح الخلطي الاصطناعي في التبغ عند اختيار الزهرة الناضجة والمتفتحة ، حيث تزال الازهار المتفتحة تاركين الازهار التي لم تنتج حبوب لقاح بعد. ويمكن التعرف على المرحلة الملائمة لعملية الاخضاء emasculation وذلك بوجود اللون الوردي في طرف البتلات في الازهار غير المتفتحة. تخضر الازهار الناضجة تقريباً بتمزيق البتلات وازالة المتوك اما باليد او بواسطة ملقط صغير. وفي الوقت نفسه يتم اختيار حبوب اللقاح من الاب الذي له متوك متطورة بصورة كاملة وغير مفتوحة وبطرف سكين صغيرة يعمل شق في المتك الناضج وتنقل كمية صغيرة من حبوب اللقاح الى الميسم (شكل ٢١ - ١٢). بعد التلقيح تعلم الزهرة ثم تغطى الزهرة لمنع حبوب اللقاح الاخرى من الدخول اليها وتعلم.



شكل ٢١- ١١ أبعاد الشئ (أ) مقطع طولي لإجلاف الزهرة توضح الأوراق الكاسية والتويج والشرك والدقة. (ب) مقطع في التويج يوضح التركيب الخمسة ويلتصم الجزء السفلي من الخريطات مع أنبوية التويج. (ج) الدقة مع مقطع طولي للمبيض موضحة فيه المشيمة والبويضات (عددها حوالي ٢٠٠٠ بويضة). عن Pauthman, 1959



شكل ٢١-١٢. التلقيح الخلطي الاصطناعي في زهرة التبغ حيث تنقل حبوب اللقاح الى ميسم الزهرة المخصبة على طرف نصل السكين (عن Poehlman 1959)

الوراثة :

تم اجراء العديد من الدراسات الوراثية في التبغ الاعتيادي مع غيره من الانواع داخل الجنس *Nicotiana*. فقد قام العالم الالماني Koelreuter عام ١٧٦١ بتهجين التبغ قبل مندل. اجريت خلال الاربعين سنة الماضية دراسات واسعة عن التهجين بين الانواع. التبغ من المحاصيل الملائمة للدراسات الوراثية وذلك للاسباب الاتية : (١) التبغ من المحاصيل الذاتية التلقيح ومن السهولة القيام بالتلقيح الخلطي فيه (٢) يمكن الحصول على كمية كبيرة من البذور والتي تبقى حية لعدة سنوات. (٣) التبغ ذو تباين وراثي كبير جداً وللعديد من الصفات النباتية (٤) يمكن الحصول على تباينات واسعة في الصفات في الانواع القريبة التي تتضرب بسهولة مع التبغ الاعتيادي.

يوفر التباين الواسع ضمن النوع *N. tabacum* الفرصة لدراسة وراثية عدد كبير من الصفات مثل لون الازهار، والحجم، وطول السلاميات، وشكل الورقة وحجمها، ونسجة الورقة، وخواص قاعدة الورقة، وعدد وحجم السرطانات. وان لبعض هذه الصفات اهمية لمربي النبات بشكل غير مباشر اما صفات مثل : موعد التزهير والمقاومة للأمراض، وصفات الورقة، ونوعية الورقة، ومحتوى النيكوتين وبعض الصفات المماثلة فلها اهمية مباشرة لمربي النبات.

تجري التهجينات بين الانواع المختلفة في التبغ بصورة حرة ضمن الجنس *Nicotiana* ولبعض هذه التهجينات بين الانواع اهمية خاصة للمربي حيث استعملت التهجينات مع *N. rustica* للتربية لنسبة النيكوتين العالية والمقاومة لمرض الساق الاسود black shank والتهجينات مع *N. longiflora* للحصول على المقاومة للمرض البكتيري Wild fire والتهجين مع النوع *N. glutinosa* كمصدر للمقاومة لمرض الموزاييك. كما أمكن الحصول على مقاومة لمرض تعفن الجذور الاسود Black root rot في التبغ الاعتيادي من التهجين مع *N. debeneyi* عادة تتم مضاعفة العدد الكروموسومي للتهجين بين الانواع بواسطة استخدام عقار الكولشيسين ثم القيام بالتهجين الرجعي الى التبغ الاعتيادي. من الضروري ان يتحكم في الصفة المنقولة جين واحد سائد بحيث يمكن انتخاب النبات الذي يحمل الصفة المطلوبة من انسال التهجين الرجعي. مرات عدة مع التلقيح الاعتيادي ثم الانتخاب حتى يمكن نقل قطعة من الكروموسوم التي تحمل الجين المطلوب الى كروموسوم النوع *N. tabacum*.

طرق تربية التبغ :

تتضمن طرق تربية التبغ على طرف الادخال ، والانتخاب ، والتهجين. والتبغ لا يشابه المحاصيل التي تزرع من اجل بذورها حيث ان القيمة الاقتصادية تكمن في كمية الاوراق المنتجة ، وصفة ونوعية الاوراق صفة معقدة وتعتمد بالدرجة الرئيسة على تركيبها الكيميائي ولا يمكن رؤيتها وقياسها بسهولة.

١. طريقة الادخال :

لعبت طريقة الادخال دوراً مهماً في العراق والهند وغيرها من الدول حيث ان موطن التبغ الأصلي هو امريكا. فقد تم ادخال التبغ الى العراق حوالي عام ١٦٥٠ عن طريق تركيا التي دخل اليها التبغ عام ١٦٠١ عن طريق ايطاليا. وفي الوقت الحاضر هناك سلالات مستوردة واخرى محلية. وخلال الفترة من ١٩٣٠ - ١٩٤٥ تم استيراد عدد من اصناف التبوغ الشرقية من تركيا وبلغاريا (حوالي ٣٠ صنفاً) وتم ادخال اصناف فرجينية وهي اصناف ذات نباتات كبيرة وفترة نمو طويلة تنقل شتلاتها في حزيران ويكون نموها بطيئاً في تموز وآب ثم تنمو بصورة سريعة في اوائل ايلول (عن جلال شفيق ، اتصالات شخصية). من الاهداف التي يسعى اليها في العراق ما يأتي :

١. اجراء عملية مسح كامل للوصول الى ماهية التبوغ المزروعة لدى المزارعين.
٢. في مجال التربية تتحدد الاهداف في : (أ) زيادة كمية الحاصل من الاوراق (ب) النضج المبكر (ج) تقصير ارتفاع التبوغ الشرقية من ١م الى حوالي ٦٠ سم (د) مقاومة امراض الذبول damping off والساق الاسود ، والفوزارمي النباتود والموزاييك (هـ) مقاومة الجفاف والحرارة المرتفعة (و) تقليل حجم المجموعة الزهرية (ز) تحسين الاستجابة لعملية قطع القمم النامية Topping في التبوغ الشرقية (ح) التربية لانعدام السرطانات في التبوغ الفرجية.

٣. ومن الناحية النوعية :

- (أ) التربية للنيكوتين الواطي ١ - ٢,٥ %
- (ب) رفع نسبة السكر في التبوغ الشرقية (حالياً ٨ - ١٠ %)
- (ج) لا توجد مشكلة الآن في تجانس الاحتراق

هذا وقد أشار شفيق (1985) Shafik الى دراسات مقارنة للصفات الحقلية والحاصل على خمسة اصناف من التبغ المحلي وهي : بشمة وكول سبي ، وكولسور وراوندوز وباكا فضلاً عن الصنف الذي ادخل بريليب Prelep وأورد فروقات في ارتفاع النبات وعدد الاوراق / نبات ، وطول السلاميات ، وطول الورقة ، والتزهير وغيرها من الصفات.

٢ - التهجين :

اصبح التهجين من طرق التربية المهمة في التبغ خصوصاً بعد ازدياد المعرفة الوراثية بهدف دمج صفات النبات المختلفة وتلبية الاهداف التي يسعى اليها مربو النبات من حيث الجمع بين جينات العدد الكبير للاوراق وتحسين النوعية والمقاومة للأمراض. ولم تلعب طريقة التهجين دوراً في تربية التبغ في العراق لعدم وجود المختصين بتربية التبغ ويمكن ان تزداد اهمية الموضوع في المستقبل بعد زيادة عدد المختصين في التبغ وتربيته.

آ - التهجين بين الأنواع :

ان للتهجين بين الأنواع أهمية في برامج التربية لتقل المقاومة للأمراض حيث نجد أن جينات المقاومة لأمراض معينة موجودة في أنواع أخرى من جنس *Nicotiana* مرارا ما يحصل في حالة التهجين بين الأنواع اضافة جينات رديئة للصنف المتأقلم. وللتغلب على هذه المظاهر غير المرغوب فيها واسترجاع نمط النبات المرغوب فيه والصفات النوعية

للسنف المتأقلم من الضروري اجراء عملية التهجين الرجعي الى صنف التبغ المرغوب فيه ان العدد الكبير من أنواع الجنس *Nicotiana* والتي تمتلك صفات المقاومة للأمراض يجعل التهجينات بين الأنواع حقلا خصبا لمربي النبات . اجريت في الهند تهجينات شملت النوع *N.glauca* لغرض نقل جينات المقاومة للبياض الدقيقي Powdery mildew الى التبغ الاعتيادي .

ب - الاستفادة من قوة الهجين :

تم اجراء العديد من الدراسات عن قوة الهجين في نبات التبغ . عادة لانشكل عملية انتاج البذور الهجينة مشكلة في الوقت الحاضر حيث يمكن انتاج حوالي ٢٠٠٠ بذرة من تلقيح يدوي واحد . وان حوالي ٢٠٠ زهرة تكون كافية لانتاج بذور تكفي لزراعة دونم واحد (٢٥٠٠ م^٢) . يمكن التخلص من عملية الاختصاء في التبغ باستعمال صفة العقم الذكري السايثوبلازمي . ويمكن الحصول على هذه الصفة بادخال كروموسومات التبغ الاعتيادي *N.tabacum* في سايثوبلازم النوع *N.debneyi* أو النوع *N.megalosiphon* وبعض الأنواع الاخرى . وباستعمال طريقة التهجين الرجعي مرات عدة يمكن الحصول على نباتات *N.tabacum* عقيمة ذكريا . وعندما تلقح النباتات العقيمة ذكريا بحبوب لقاح خصبة سيكون لدينا انتاج اعتيادي من البذور ولا توجد حاجة الى جينات استعادة الخصوبة Restore gene في هذه الحالة وذلك لأن الأوراق فقط تستعمل في الجيل الأول (F_1) وان انتاج البذور غير ضروري في الجيل الأول .

تم الحصول على قوة الهجين في التبكير بالنضج والارتفاع وعدد الأوراق وبعض الصفات الاخرى الا أن الزيادة في الحاصل غير مشجعة : ففي دراسات اجريت في كارولينا الشمالية North Carolina تهجينات بين أصناف عدة من التبغ كان حاصلها ١ هجن في الجيل الأول أعلى بمقدار ٤٪ مقارنة بالأبوين . من هذه الدراسات وغيرها يتضح أن الاستفادة التجارية لهجن التبغ قليلة مقارنة بالسلالات النقية للتبغ الاعتيادي . هناك حاجة لاجراء دراسات حول حاصل تضريرات لأصول وراثية مختلفة وكذلك عن نوعية وتجانس الهجن مقارنة بالأصناف الاعتيادية .

التربية بالطفرات : Mutation Breeding

استعمل الاشعاع والمطفرات الكيميائية لزيادة التباين الوراثي . وبالرغم من امكانية استنباط عدد كبير من الطفرات الحية في التبغ والتي تعود الى حالة التضاعف الموجودة في

التبغ الا ان احتياجات النوعية في النبات تجعل من الصعوبة الحصول على طفرات مرغوب فيها بصورة مباشرة. من الضروري استخدام التهجين لغرض نقل الصفة الطافرة الى الأصناف المتأقلمة. ويجب أن تزرع نسل كل علبة بصورة منفصلة بعد التشجيع.

تربية المتضاعفات : Polyploidy

بما أن التبغ المزروع متضاعف في الأصل فان الحصول على نجاح من استعمال المتضاعفات صعب. المتضاعفات مفيدة في اجراء التهجينات بين الأنواع لنقل المقاومة للأمراض أو غيرها من الصفات المرغوب فيها.

أهداف التربية في التبغ :

للتبغ صفات نوعية مختلفة وفقا للأغراض المختلفة التي يستعمل لأجلها ولذلك من الضروري وضع برامج تربية تختلف أنماط التبوغ. على العموم هناك أهداف عامة تشمل الحاصل والصفات الحقلية والمقاومة للأمراض والتبكير بالنضج والمقاومة للانجماد.

آ- الحاصل :

يشمل الحاصل في التبغ عدد وحجم الأوراق. وتختلف أصناف وأنماط التبغ في هذه الصفات اختلافا كبيرا. بصورة عامة لايعني الحاصل كثيرا لمربي التبغ ان كان مرافقا لتغيرات واسعة في صفات التبغ 'النوعية الأساسية للصنف المزروع حيث يستقر السوق على الصنف المزروع ولا يجذب التغيرات الجذرية في الصنف سواء كان من قبل المزارع أو المصنع. وإذا كان الحاصل مهدداً وبدرجة كبيرة بمرض خطير يكون التركيز في برنامج التربية لمقاومة المرض لمنع الانخفاض في الحاصل. وللحصول على قبول للصنف يجب ان يحظى الصنف المقاوم للمرض مع نوعية مقبولة. ومن الخطأ الكبير الاعتماد على صفة الحاصل للدوئم فقط في تقويم الصنف، حيث يجب الأخذ بنظر الاعتبار نسب درجات التبغ المختلفة لأوراق التبغ المنتج من النبات. وهناك قليل جدا للاستجابة للأسمدة في تلبية الاصناف للحاصل العالي.

٢- تحسين الصفات الحقلية :

- قد يكون بالامكان تحسين الصفات الحقلية للتبغ والتي تشمل :
- آ- صلابة الاوراق Toughness ومقاومتها لظروف انقطف القاسية .
 - ب- المقاومة للرياح والعواصف لمنع التكسر في ظروف الجو الرطب .
 - ج- المقاومة لأمراض Scald وذلك للتقليل من الذبول وقتل مساحات ورقية خصوصا في الايام الحارة .
 - د- التجانس في النضج وذلك لمنع الاوراق السفلى من السقوط او ان تتدهور في النوعية قبل حصاد الاوراق العليا .
 - هـ- قدرة النبات على الوقوف بصورة قائمة وعدم الاضطجاع عند الحصاد .
 - و- تقليل عدد السرطانات أو سرطانات صغيرة أو سرطانات تنمو بشكل بطيء للتقليل من تكاليف العمل لازالة هذه السرطانات . اما صفات التجفيف فقد لاحقت اهتماما قليلا ولكن يمكن تحسينها عن طريق التربة ، وعلى العموم فان صفات التجفيف معقدة في الأصناف المختلفة وأنماط التبغ والتي تستجيب بشكل مختلف لطرق التجفيف .

٣- مقاومة الأمراض :

تم اعطاء اهتمام كبير في العديد من مناطق العالم لتربية التبغ لمقاومة الامراض . ان استخدام المواد الكيميائية لمكافحة الأمراض في التبغ يتداخل مع النوعية في كثير من الأحيان . لذلك فان التربية لمقاومة الامراض من الأمور الأساسية لمشاكل مقاومة الأمراض ، كذلك بالنسبة للأمراض التي لايتوفر لها مقاومة كيميائية مثل مرض تعفن الجذور Root rotting وفي هذه الحالات توفر التربية الحل الأمثل للمحافظة على الحاصل . ومن اهم الامراض التي يعاني منها التبغ هي أمراض الذبول البكتيري والذبول الفيوزيريومي ، والبياض الدقيقي والانثراكنوز والموزاييك وتجمد الاوراق والنياتود والساق الأسود black shank . ومن الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة تم الحصول على خبرات في هذا المجال والتي تشير الى :

- آ- ان مقاومة مرض الساق الأسود black shank والذبول البكتيري موجودة في التبغ الاعتيادية .
- ب- وجود مقاومة كافية للعديد من الأمراض البرية لجنس التبغ .

ج - ان المقاومة التي توجد داخل النوع intraspecific مرارا ماتكون متعددة الجينات فيما تكون المقاومة بين الأنواع interspecific فتكون ذرات توارث بسيط أي يتحكم بها جين او عدد قليل من الجينات .

د - غالبا ما يصاحب نقل صفة المقاومة او المناعة من الأنواع الاخرى انتاج ضروب ذات صفات غير مرغوب فيها في شكل النبات ، والحاصل او النوعية مالم تجر تهجينات رجعية للتخلص من الجينات غير المرغوب فيها والتي دخلت من الأنواع الأجنبية .

هـ - قد تكون الجينات المرغوب فيها من الأنواع الاخرى مرتبطة مع جينات غير مرغوب فيها وكمثال ترتبط الجينات المقاومة للنياتود مع جينات شكل الورقة الضيق .
يوضح الجدول (٢١ - ٦) المرض والمسببات المرضية ومصادر المقاومة للمرض .

جدول (٢١ - ٦) : الأمراض والمسببات المرضية ومصادر المقاومة في التبغ .

المرض	المسبب المرضي	مصادر المقاومة
Black shank	<i>Phytophthora parasitica</i>	Florid 301, Dixie Bright 101 244 vesta, Dixie shade N.lon— var. nicotiana giflora, N. plumbaginifolia
الذبول البكتيري	<i>Pseudomonas solonacearm</i>	T.I 448A
الذبول الفيوزرمي	<i>Fusarium oxysporum</i>	العديد من الاصناف الامريكية
	var. nicotiana	flue— cured varieties تكون مقاومة
البياض الدقيقي	<i>Erysiphe cichoracearum</i> var. nicotiana	N. glutinosa
الانتراكثوز	<i>Colletotrichum tabacum</i>	N.debneyi, N. longifera
الموزاييك	Tobacco mosaic virus	N.glutinosa
النياتود	Meloidogyne sp.	E.I. 706, N. repanda

النوعية :

تعد النوعية في التبغ من الصفات المعقدة التي لا يمكن تعريفها بسهولة . تتغير النوعية حسب نمط وصنف التبغ والبيئة التي زرع فيها وطريقة التخمير وطريقة تجفيف الأوراق وطريقة استعمال التبغ . ولا يمكن قياس النوعية في نهاياتها بواسطة الوسائل الفيزيائية . والكيميائية فهي تعتمد على رغبة المصنع والمستهلك . وفي الواقع كان عمل المرء لتحسين النوعية قليلا فالاهتمام الرئيس ينصب في المحافظة على الصفات النوعية لأحسن أنماط التبغ التي يعمل عليها وعلى العموم فان ادخال جينات المقاومة للأمراض في معقد كروموسومات التبغ الاعتيادي من أنواع اخرى من التبغ يحتم وجوب اختبار الصنف الجديد للنوعية قبل توزيعه . ان العديد من الأنواع المستخدمة كمصدر للمقاومة للأمراض لها القليل جدا من الصفات النوعية المرغوب فيها لذلك فمن الواجب القيام بعملية التهجين الرجعي للتبغ الاعتيادي لازالة الجينات غير المرغوب فيها من المصدر الأجنبي والمحافظة على النوعية والحاصل ونمط النبات .

ان مكونات النوعية التي تؤخذ بنظر الاعتبار من قبل المرء هي صفات الورقة ، ونوعية الاحتراق ، والرائحة aroma والطعم والمحتوى السكري ومحتوى النيكوتين . ويعبر مصنعو السكاير اهمية كبيرة للتركيب الكيميائي للأوراق أكثر من السابق .

آ - صفات الورقة :

- ١ . حجم الورقة
- ٢ . شكل الورقة
- ٣ . لون الورقة
- ٤ . سمك وهيكل الورقة

تختلف هذه الصفات باختلاف الصنف ، كذلك يمكن ان تتأثر بالظروف البيئية وطرق الزراعة وموقع الورقة على الساق . في تبغ السكاير تكون الأوراق قصيرة ورقية وبتفرعات أقل للعروق وذات نسجة خفيفة ويفضل أن تكون لها بعض المطاطية . في تبغ البايب تفضل الأوراق الرقيقة بينما في السكاير تفضل الأوراق السميكة وتفضل أسمك الأوراق للتبغ المملوك ، كذلك الأوراق العريضة مفضلة في جميع الأنماط لاعطاء حاصل عالي من الشرائط .

ب- نوعية الاحتراق والرائحة :

ان نوعية الاحتراق مهمة من الناحية النوعية ويمكن تحديدها بعوامل : (١) مميزات مسك النار (٢) معدل وتجانس وتكامل الاحتراق و (٣) صفات الرماد المتبقي . تتأثر نوعية الاحتراق بالصفات الفيزيائية والكيميائية للورقة والتي تختلف باختلاف الأصناف والتربة . أما الرائحة aroma فتتكون عن طريق التجفيف والتخمير ولكنها تتغير حسب الصنف . أما الطعم والنكهة فهي مهمة في النواتج النهائية ولكن من الصعوبة تقويمها .

٣. محتوى النيكوتين :

زاد الاهتمام في التربة للأصناف القليلة النيكوتين في تبغ السكاير وذلك للرجبة في تقليل اضرار السكاير تفضل نسبة النيكوتين المرتفعة في تبوغ الزكيعة وتبغ العلك . وقد عرف من زمن بعيد ان نسبة النيكوتين تتأثر بالصنف والظروف البيئية والعمليات الزراعية . يسبب التسميد الثقيل بالأسمدة النتروجينية في زيادة الحاصل وينتج عن قطع القمم النامية والسرطانات زيادة في نسبة النيكوتين . بصورة عامة تتباين نسبة النيكوتين في الأصناف كما يلي :

N.tabaccum

آ- أصناف التبغ الاعتيادية

أنماط السكاير ١ - ٢ .٪

السكاير ٢ - ٣ .٪

الرجيلة bidi ٦ - ٨ .٪

الجروت Cheroot ٣ - ٤,٧ .٪

ب- أما أصناف *N.rustica* فتراوح النسبة بين ٢ - ٣,٥ .٪ وفي تبغ الشوق فهي ٢,٢ - ٤,٨ .٪

تشير الدراسات الوراثية الى سيادة المحتوى العالي للنيكوتين على المحتوى الواطي . فقد كان الجيل الأول F_1 من التضرير بين أصناف ذات محتوى واطي للنيكوتين مع ضرب تبغ بيرلي في الولايات المتحدة الامريكية كان عاليا في نسبة النيكوتين وكان المدى في عوائل الجيل الثاني ٨٢,٢ - ٥ .٪ . تختلف العوامل التي تسيطر على القلويدات الكلية

(النيكوتين والنورنيكوتين nornicotine) تختلف عن العوامل التي تؤثر في تحويل النيكوتين الى نورنيكوتين او غيرها من النواتج .

٤ - محتوى السكر:

تم تركيز بعض الاهتمام لتربية المحتوى العالي للسكر في أوراق التبغ flue — cured tobacco وزيادة استعمال السكاير أصبحت الشركات تفضل التبغ الخفيف ذا المحتوى الواطي من النيكوتين والمحتوى العالي من السكر. تبلغ نسبة السكر في الأصناف الأمريكية من النمط فلوكيورد حوالي ١٨ ٪ ولكن من المرغوب فيه رفع النسبة الى ٢٠ ٪ .

References

مصادر الفصل الحادي والعشرين

أبو العيس ، رجاء محي . ١٩٧٢ . معلومات حول أصناف الحنطة في العراق . نشرة إرشادية رقم ٥٢ . مديرية الارشاد الزراعي العامة . وزارة الزراعة . الجمهورية العراقية .
أبو العيس ، رجاء محي . ١٩٧٣ . معلومات حول أصناف الشعير في العراق رقم النشرة ٦٩ . مديرية المحاصيل الحقلية العامة وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي . الجمهورية العراقية

العذاري ، عدنان حسن . ١٩٨٩ . محاضرات في تربية المحاصيل الهامة . قسم المحاصيل الحقلية . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل .

أمين ، عمر علي . ١٩٧٣ . أصناف الحنطة والشعير المحسنة في العراق . نشرة رقم ٧٢ . مديرية المحاصيل الحقلية العامة . / قسم محاصيل الحبوب والبقوليات . وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي / الجمهورية العراقية

ارشادات في زراعة القطن . ١٩٨٦ . الهيئة العامة للتدريب والارشاد الزراعي . وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي . الجمهورية العراقية .

داود خالد محمد . ١٩٨٦ . تحليل قدرة التآلف ، الفعل الجيني وغزارة الهجين وتقويم الآباء والهجن باستخدام تحليل التهجين الفردي والثلاثي في القطن . رسالة دكتوراه ، كلية الزراعة والغابات جامعة الموصل .

عبدالباري ، أحمد أنور . ١٩٦٤ . أساسيات تربية القطن الطبعة الاولى . دار المعارف ، مصر .

رضوان ، سامي . ١٩٨٠ . محاضرات في تربية المحاصيل الهامة . قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل .

Adary, A.H. 1985. Preliminary studies on pure line populations from the local landrace saberbeg wheat zanco: 4: 17— 30.

Anonymous. 1977. CIMMYT Wheat training Manual. CIMMYT, Mexico.

Hadji christo doulou, A. 1988. The use of *Hordeum Spontaneum* to breed barley for grain and self— regenerating pasture. Rachis 7: 15— 17.

Hync, E.G. (cd.). 1987. Wheat and wheat improvement 2nd edition. Agronomy No. 13. ASA, CsaA and sss A. Madison, Wisc. U.S.A.

Jugenheimer, R.W. 1976. Corn improvement, seed production, and uses. John wiley and sons, New York. pp 377.

- Lonquist, J.H. 1964. A modification of the ear — to — row procedure for the improvement of maize population crop sci. 4: 227 — 228.
- Poehlman, J.M. 1959. Breeding Field Crops. Henry Holt and company, Inc. New York.
- Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd ed. AVI. Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. pp 227 — 237.
- Sinha, U. and Sunita 1982. Cytogenetics, Plant Breeding and Evolution. 2nd ed. vikas publishing House PVT LTD. U.P. India pp 333.
- Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and sons, Inc. New York.

الفصل الثاني والعشرون
اطلاق وتوزيع الأصناف

Release And Cultivar Distribution

مقدمة
الاطلاق
التسمية
الاكثار والتوزيع
براءة الاختراع
حماية الصنف
فئات البذور المعتمدة
ضوابط الأصالة الوراثية
اعتماد الأصناف متعددة الخطوط
المصادر

الفصل الثاني والعشرون

اطلاق وتوزيع الأصناف

مقدمة :

عندما ينتهي مربّي النبات من برنامج تربية محصول معين وقد قام بتقويم والحصول على تراكيب وراثية متفوقة يكون لديه كمية قليلة من البذور أو العقل أو الدرنات والتي تمثل حصيلة جهد سنوات طويلة من العمل المتأثر الدؤوب استخدم خلاله كل مهارته والمعرفة المتاحة بهدف الحصول على هذه البذور. يكون مربّي النبات مسؤولاً عن تنسيق تقويم الصنف وتحضير بذور المربي. ان توزيع الصنف سيكون أسرع عندما تتوفر كمية أكبر من بذور المربي وبمجرد توفر بيانات عن الأداء المناسب للسلاطة. في السابق كانت مسؤولية الاكثار تعتمد على المربي أما الآن ويتعقد البرامج الزراعية فان حفظ وتوزيع الصنف الجديد يكون من مسؤولية منظمات عديدة اخرى (Briggs and Knowles, 1967). ان القرار النهائي لاطلاق الصنف لا يتخذ من قبل مربّي النبات الذي استنبطه. وفي هذه الحالة فان الشخص او الهيئة المسؤولة عن اطلاق الصنف تأخذ بنظر الاعتبار أداء الصنف نسبة الى الأصناف الاخرى المتداولة في منطقة اطلاق الصنف وامكانية تسويق الصنف الجديد في المنطقة. وتضم الهيئات المختصة في اطلاق الصنف اما مربين آخرين ، مهندسين زراعيين يعملون مع المزارعين أو أشخاصا متخصصين في اكثار وتسويق الاصناف. اما في الشركات الخاصة فينصب الاهتمام على مقدار الربح المتوقع من الصنف الجديد مقارنة بالاصناف المستعملة حالياً.

رغم ان المربي قد لا يصوت على القرار النهائي لاطلاق الصنف الا ان فهم العوامل ذات العلاقة المهمة باطلاق الصنف تؤثر بشكل مباشر في النتائج. فهذه العوامل تلعب

دورا رئيسا في تحديد أهداف برنامج التربية ، الحصول على المصادر الملائمة للتباين الوراثي وانتخاب واختبار الأصناف .

الأطلاق :

يقدم مربّي النبات معلومات وافية عن السلالة أو الصنف الذي قام بجمعها خلال فترة الاختبار والتقييم . تشمل هذه المعلومات عن الحاصل ، والنوعية ، والتفاعل للأمراض ، والنضج ، والصفات المورفولوجية المميزة وجميع المعلومات المتوفرة . يجب على المربي أيضا ان يقدم ملخصا وافيا عن النواقص التي يعاني منها الصنف فضلا عن النواحي الايجابية للصنف وذلك لان اطلاق صنف يعاني من نقص خطير يمكن ان يسبب للمزارع خسائر كبيرة . وتكون هذه الخسائر كبيرة جدا اذا ما أعطى الصنف نتائج جيدة في السنة الاولى والثانية بعد الاطلاق وانتشرت زراعته على نطاق واسع ثم يصاب بمرض خطير او التعرض لموت النباتات بفعل البرد . لذلك فان قرار اطلاق الصنف يجب ان يستند الى بيانات دقيقة تأخذ بنظر الاعتبار جميع النواحي الايجابية والسلبية للصنف .

عادة توزع الهجن والاصناف الى مناطق أقلمة معينة ويستند ذلك الى صفات النضج والمقاومة للأمراض والاستجابة للرطوبة وغيرها من صفات الصنف . عادة يوصف الصنف بدقة عبر اختبارات تجري في مناطق جغرافية عدة . ويترك القرار أخيرا للمزارع حول استعمال الصنف في أنظمتهم الزراعية . وعادة يقوم المزارع بزراعة الصنف الجديد في مساحات محدودة لمدة سنة أو سنتين حيث يجري تقويمه الشخصي للصنف , Welsh 1981 .

وقد اشار Fehr 1987 الى طريقتين لاطلاق الصنف وهي

(آ) طريق المؤسسات العامة .

(ب) طريق الشركات الخاصة . وفيما يأتي مختصراً لهذه الطرق :

آ - المؤسسات العامة :

١ - السنة الأولى : الاختبار المكرر الأول للسلالة وتنفذ من قبل المربي في موقعين . تنتخب أفضل السلالات أداءً من قبل المربي من دون أي تصديق خارجي للنتائج .

٢- السنة الثانية : اجراء الاختبار المكرر الثاني من قبل المربي في ثلاثة مواقع . يختار المربي أفضل السلالات دون تصديق خارجي .

٣- السنة الثالثة : تقوم السلالات في اختبار المناطق بصورة تعاونية بين مربي النبات الحكوميين في المناطق المختلفة والتي تناسب نضج السلالة . يقوم كل مربٍ اجري الاختبار باتخاذ توصية في اهمال الصنف او التقوم سنة اخرى ، ويتم اتخاذ القرار النهائي من قبل المربي دون تدخل المحطة التجريبية .

٤- السنة الرابعة : تقوم السلالات على نطاق واسع في اختبار تعاوني موسع بين المناطق التي ترغب في زراعة الأصناف من نفس مواصفات فترة النضج على أساس تجاري . يتم اتخاذ القرار حول الاستمرار باختبار السلالات من قبل المربين الذين أجروا الاختبار . ويتم اتخاذ القرار النهائي من قبل المربي دون تدخل المحطة التجريبية .

٥- السنة الخامسة : اجراء اختبار السنة الثالثة في تجارب المواقع التعاونية قبل الأخذ بنظر الاعتبار اطلاق الصنف . ويقرر مربي الصنف ان كان الصنف أو السلالة تستحق الاطلاق في المنطقة . واذا ماأقر باطلاق الصنف فانه يقوم باملاء طلب رسمي للاطلاق موجهها للمحطة الزراعية التجريبية . وتطلب المحطة معلومات يحضرها المربي الذي يدعم بها السلالة وسبب اطلاقها وبعد تصديق القسم المعني على الطلب يقدم الطلب الى لجنة من مجلس القسم للتصديق . تشمل اللجنة على مربي نبات ، موظفي ارشاد ومختصين بانتاج البذور . واذا صادقت اللجنة على الطلب تحول الى ادارة المحطة التجريبية .

تقوم ادارة المحطة التجريبية بتعيين لجنة من عدة اقسام في المحطة تشتمل على اقسام الوراثة ، والحقلبات ، والبستنة ، وامراض النبات . لا يكون المربي الذي استنبط الصنف عضوا في هذه اللجنة التي تقوم بمراجعة تقرير لجنة القسم المعني . واذا ماتمت المصادقة عليه يتم اطلاق الصنف في المنطقة كمصنف جديد يتم اكثاره وتوزيعه على المزارعين .

ب- الشركات الخاصة :

١- السنة الأولى : يقوم المربي باجراء التقييم الأولي لسلالات المحصول في تجارب مكررة في موقعين . يتم انتخاب السلالات للتقييم التالي من قبل المربي دون تأييد من اي شخص آخر في الشركة .

٢- السنة الثانية : يتم تقويم السلالات في تجارب مكررة في خمسة مواقع . وعلى أساس النتائج ينتخب المربي السلالات لغرض اجراء الاختبار الاضافي . وتحضر استمارة لكل سلالة توضح الآباء والنسب ، والصفات المورفولوجية والحقلية ، والتفاعل للأمراض والنياتود ، والحشرات ومشاكل التربة . ويقرر المربي أيا من السلالات يتم اختبارها في السنة الثالثة .

٣- السنة الثالثة : يتم اختبار السلالات في ١٠ - ١٥ موقع من قبل المربي والمربين في محطات اخرى للشركة . ويستعمل المربي النتائج في انتخاب السلالات التي ستقيم لفترة اضافية ويحضر وصفا كاملا لأداء كل سلالة منتخبة ويجب ان يؤيد قرار اختبار السلالة في السنة التالية ومواصفاتها من قبل اثنين من المربين الآخرين ومدير أبحاث المحصول المعني في الشركة فضلا عن تصديق مدير القسم المعني بانتاج وتسويق الصنف الجديد .

٤- السنة الرابعة : الاختبار الموسع للصنف في تجارب مكررة من قبل مربي المحصول في الشركة . كذلك يتم تقويمه من قبل مهندسين زراعيين في التجارب الزراعية الحقلية (المواعيد ، كميات البذار ، التسميد... الخ) . يتم اتخاذ قرار الاطلاق بعد السنة الرابعة من التقويم ويستند الاطلاق الى بيانات الأداء المحصل عليها من قبل المربين والمهندسين الزراعيين . ويتم الاخذ بنظر الاعتبار الصفات المهمة لانتاج نوعية عالية من البذور . ويتم تأييد اطلاق الصنف من قبل المربي ، ومدير أبحاث المحصول ، والشخص المسؤول عن انتاج بذور الصنف ، ومدير الانتاج والتسويق والقرار النهائي يتخذه رئيس الشركة .

التسمية :

بعد ان يؤيد اطلاق التركيب الوراثي الجديد تكون الخطوة التالية إيجاد اسم لهذا التركيب . طريقة التسمية تختلف من برنامج الى آخر وقد يطلق على الصنف اسماء المدن او المناطق ، او المعالم الأرضية ، أو الاسماء التاريخية . وقد يتم تسمية الصنف على أسماء مربين أو علماء اشتغلوا فيما سبق على المحصول . ويعتمد نظام آخر لكتابة اسم المحطة او الولاية التي قامت باستنباطه متبوعا بأرقام متعاقبة للاطلاقات الجديدة من الأصناف . وعادة يتم اختبار الاسماء التي يسهل النطق . ويجب الرجوع الى الجهات الرسمية لاقرار الاسم حتى لا يتكرر استعمال الاسماء . قد يقدم عدة اسماء ويتم أقرار أحدها للصنف الجديد .

تقوم المؤسسات العامة احيانا باطلاق اصول وراثية دون تسمية رسمية لغرض الاستعمال من قبل برامج التربية العامة او الخاصة . ويساعد هذا في التوزيع والاستفادة من الجينات المفيدة لمقاومة الامراض والحشرات وغيرها من الصفات . وتقوم المؤسسات المستنبطة لهذه الاصول ببذل الجهد العلمي اللازم لاستنباط هذه الاصول تاركة مسؤولية التربية للمنظمات المسؤولة بشكل مباشر بانتاج الاصناف والهجن . وفي الوقت الحاضر تقوم عدة مؤسسات دولية من المركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والخنطة في المكسيك او المركز الدولي لايحاث المنطقة الجافة (ايكاردا) والمركز الدولي لتحسين الرز في الفلبين يمثل هذا الجهد . وفي الولايات المتحدة يتم تسجيل الاصناف والأصول الوراثية في الجمعية الامريكية لعلوم المحاصيل . وتصبح هذه سجلا دائما للصفة والسلالة والذي يمكن استعماله كمصدر للتعرف على الاصول الوراثية وملكيته .

الاكثار والتوزيع :

يعد اكاثر وتوزيع الصنف لغرض الاستعمال على نطاق واسع من قبل المزارعين عملية رئيسية ، حيث يجب اكاثر وتسويق البذور او الاجزاء الخضرية بعناية بالغة . وتشمل العملية ، التوزيع على عدة أشخاص لكل مسؤوليات مهمة . وفي هذا المجال قد تقوم بعمليات التوزيع هيئات عامة او شركات خاصة . وفيما يلي وصف لأكثار محاصيل البذور والمحاصيل التي تكثر خضرية .

آ- محاصيل البذور:

يباع الصنف كمجتمع من النباتات ذات المواصفات التي يمكن التعرف عليها وتمييزها . على العموم يمكن أن يتغير التكوين الوراثي للمجتمع النباتي عبر الزمن ويعود ذلك لأسباب عدة :

- ١ - حصول الطفرات الطبيعية بمعدلات واطئة لها القدرة على الزيادة بعد عدة أجيال مغيرة بذلك التركيبة الوراثية للمحصول .
- ٢ - حصول مستوى معين من التلقيح الخلطي في المحاصيل الذاتية التلقيح والتي ينتج عنها اتحادات جديدة ومظاهر لم تكن موجودة في الصنف الأصلي .
- ٣ - حصول الخلط الميكانيكي بسبب قيام المزارعين بانتاج بذورهم من جيل لآخر . وقد يحصل ذلك من الحاصدات او معدات الزراعة كالبازرات او من النباتات الشاردة أو خطأ في معدات تنظيف البذور وغيرها من الأسباب .

وللأسباب السابقة التي تقود الى التغيير الوراثي للمحصول قامت مؤسسات صناعة البذور باستنباط طرق لتأمين نقاوة وحيوية البذور بشكل دقيق وقد تطور نظام اعتماد البذور وأصبح يستخدم على نطاق عالمي .

قد تختلف الاحتياجات الخاصة من محصول لآخر الا ان الاساس العام لمنظام التصديق يشمل على اربع فئات من البذور وهي :

(١) بذور المربي Breeder seed

(٢) بذور الأساس foundation seed

(٣) البذور المسجلة Registered seed

(٤) البذور المعتمدة Certified seed

تأتي بذور المربي من اكنثار صغير يشعر المربي بأنها تمثل الصنف من الناحية الوراثية . تنتج بذور المربي من انتخاب عدة مئات من السنابل أو سطور النبات في البذور الصغيرة والتي لا تزيد عن ٤٠٠ - ٥٠٠ كغم تزرع بذور المربي في أرض ليس بها بذور لأصناف أخرى أو شاردة وخالية من الادغال . يتم تنظيف الحقل من الشوارد مرات عدة خلال الموسم . تدعى البذور المحصودة من هذا الحقل ببذور الأساس . عادة تنتج بذور الأساس في مشاريع خاصة سواء في المؤسسات الحكومية أو الخاصة . عادة توزع بذور الأساس على عدد قليل من المزارعين ذوي الخبرة العالية لزراعتها وإنتاج البذور المسجلة . تزرع البذور المسجلة لاعطاء البذور المعتمدة وفي هذه المرحلة يتكون لدينا كمية كافية من البذور لتلبية حاجة أغلب المنتجين . يلاحظ ان فترة أربعة سنوات قد مرت منذ اطلاق الصنف حتى تكوين كمية تجارية من البذور . تضاف هذه الفترة الى برنامج التربية قبل ان يزرع الصنف على نطاق واسع .

عادة هناك معايير محدودة للنقاوة الوراثية والخلو من الادغال وحيوية البذور تطبق على كل فئة من البذور اعلاه . وللمحافظة على نقاوة البذور قد تحتاج في المحاصيل الخلطية التلقيح الى نوع من العزل الميكانيكي من خلال اقفاص معينة لحمايتها من حبوب اللقاح الغريبة توضع علامة الاعتماد على الكيس موضحاً عليها اسم الصنف ورقم الشحنة ومواصفات الشحنة عند اجتياز الشحنة الفحوصات المختبرية بنجاح . قد تبدأ البذور في أكياس أو تنقل بشكل مفتوح حسب رغبة المنتجين وفي الحالتين يجب ان تكون هناك علامات مميزة للشحنات الكبيرة بدلاً من الوحدات الصغيرة .

يعمل نظام الاعتماد على عدد محدود من الأجيال والذي يعني انتاج بذور للمستوى الأدنى فقط أي ان البذور المسجلة تعطي بذوراً معتمدة فقط ولكن لا يمكن إعادة اعتماد البذور المعتمدة (Welsh, 1981). لذلك يمكن انتاج اربعة أجيال قبل العودة الى بذور المربي الأصلية لغرض المحافظة على التكامل الوراثي للصنف. وقد يكون للمزارعين رأي في انتاج بذورهم الخاصة خصوصاً في المحاصيل الذاتية التلقيح ، واداً ما اختاروا هذا الطريق وبمجرد الوصول الى مرحلة البذور المعتمدة فإن الاجيال التالية غير قابلة للاعتماد. ويقوم العديد من المزارعين بتخصيص جزء صغير من انتاجهم من البذور المسجلة أو المعتمدة كل سنة واستعمالها في الزراعة للأغراض التجارية. ويتيح ذلك الفرصة لانتاج بذورهم الخاصة لجيل أو جيلين مع المحافظة على مستوى عال من النقاوة الوراثية.

ان المواصفات الخاصة لانتاج البذور موضوعة بشكل دقيق من قبل وكالات جمعية اعتماد البذور الرسمية Association of official Seed (AOSCA) Certification Agencies. هذه المواصفات موضوعة في كتاب خاص (AOSCA ، ١٩٦١) ويجب على المزارعين اتباع المواصفات الخاصة للبذور المعتمدة والافانهم يواجهون مشكلة رفض اعتماد الحقل بعد التفتيش الحقل الذي تجريه هيئات خاصة وتباع بأسعار واطئة كبذور اعتيادية.

بالنسبة لانتاج البذور الهجين (F_1). عادة تحفظ شركات الهجن الأصول الوراثية النقية والتي تخضع لعمليات الاعتماد من قبل هيئات التفتيش الحقل. وحيث ان الشركات تسيطر على الأصول الوراثية النقية ويبيع الهجن الناتجة منها فان للعديد من هذه المؤسسات شكلاً من اعتماد وتصديق البذور التي تؤمن نوعية متجانسة ومستويات عالية للأداء الضروري لتأمين المبيعات.

٢. المحاصيل التي تتكاثر خضرياً :

يشمل الاكثار الخضري على الاقلام ، والدرنات ، والتطعيم ، والمدادات وغيرها من الطرق الشائعة في العديد من الخضراوات ونباتات الزينة وأشجار الفاكهة. تشمل الشروط العامة الضرورية على :

(١) التكاثر المتماثل من احدى المراحل الخضرية الى الجيل التالي

(٢) تكون خالية من الأمراض.

لا توجد مشكلة عادة بالنسبة للنقطة الأولى ما لم تحصل طفرات تؤدي الى حصول تغيير وراثي. لذلك تجب العناية بازالة أي من هذه الطفرات أو الشوارد كلما ظهرت في مجتمع الاكثار، وان كانت الطفرة مفيدة فان بالامكان انتخابها الى صنف جديد.

أما مشاكل الأمراض فانها أكثر خطورة. فالعديد من الأمراض ينتقل عن طريق الاجزاء الخضرية والتي يتسببها الفيروسات كما في اكتثار درنات البطاطا. وتلعب مسألة المحافظة على أصول خالية من المرض دوراً اقتصادياً مهماً في نشاط الشركة ومراراً ما تحتاج الى أخصائي بأمراض النبات في تنفيذ هذا الجزء من البرنامج. وفي محصول البطاطا يمر من خلال عمليات الاعتماد الاعتيادية مع التأكيد على خلو الدرنات من الأمراض. عادة هناك مواصفات قياسية للأصول توضع من قبل منظمات متخصصة تشمل تطور النبات، والحجم، والشكل والمواصفات الصحية العامة ووقت البيع.

براءة الاختراع :

يمكن الحصول على براءة اختراع للنباتات التي تتكاثر بصورة خضرية. ويجب أن يكون الصنف متميزاً من أي صنف آخر للنوع. ولا تؤخذ القيمة التجارية للصنف وأدائه نسبة لبقية الأصناف في اعطاء البراءة.

يعد الشخص الذي استنبط الصنف مخترعاً له وقد يعطى هذا الشخص حق الاستفادة من الصنف المستنبط لشركة أو مؤسسة معينة لقاء منافع معينة. ويمكن للمربي ان يقدم طلباً لغرض الحصول على براءة اختراع بنفسه دون اللجوء الى اشخاص آخرين. تعطى براءة الاختراع نفس امتيازات براءة اختراع المكائن أو تصميم معين. ويكون للمخترع الحق في مجال السيطرة على اكتثار وبيع الصنف لعدد معين من السنوات. ويمكن تقديم أي شخص يستخدم الصنف المستنبط دون موافقة مستنبط الصنف الى المحاكمة. وفي الولايات المتحدة تبلغ تكاليف براءة الاختراع الخاصة حوالي ١٠٠٠ دولار.

حماية الصنف :

يمكن الحصول على الملكية الشرعية للأصناف المنتجة جنسياً عن طريق البذور. ويمكن حماية الأصول النقية المستعملة في انتاج الهجن التجارية ولكن ليس الهجن ذاتها. وقد انجز عدد من التشريعات في الولايات المتحدة وأوروبا في هذا الصدد والتي تضمن ملكية الصنف الى المربي الذي قام باستنباطه.

الأدلة المستعملة لحماية الصنف هي الصفة الجديدة التي يحملها والاستقرار والتجانس . فالصنف يجب أن يتميز ويشكل مباشرة عن أي صنف من الأصناف الموجودة في النوع . بعد تقديم الطلب فإنه تتم مقارنة صفات الصنف الجديد مع كل صنف آخر في المنطقة . ويمكن استعمال أي صفة واضحة سواء كانت كمية أو نوعية بغض النظر عن قيمتها التجارية وإذا وجد أن صنفاً آخر يحمل المواصفات نفسها فلا تعطى الحماية للصنف الجديد ما لم يعرف مربى الصنف اختلاف صنفه عن الصنف السابق . ويمكن استعمال صفة كمية مثل الحاصل فقط عندما يمكن التأكد أن تسلسل الصنف مقارنة بالأصناف الأخرى لا يتغير بتغيير البيئة . عادة تطبع الصفات الجديدة للأصناف في مجلات علمية خاصة في دائرة حماية الصنف .

حالياً هناك تقنيات مختبرية متوفرة لتمييز الأصناف مثل اختبار الفينول (محمد ١٩٨٩) واختبار الهجرة الكهربائية electrophoresis وغيرها من التقنيات .

فئات البذور المعتمدة :

كما ذكرنا في الفقرات السابقة فإن فئات البذور في برنامج الاعتماد تضم بذور المربي والأساس والمسجلة والمعتمدة . ويمكن أن يعين مستنبط الصنف عدد الفئات التي ستستعمل .

يتم إنتاج بذور المربي تحت الإشراف المباشر لمستنبط الصنف أو ممثلة ويتوقع أن تكون لهذه البذور أعلى مستوى من النقاوة الوراثية مقارنة بفئات البذور الأخرى . وتستعمل بذور المربي لإنتاج البذور الأساس والمسجلة والمعتمدة .

يتم الحصول على بذور الأساس من بذور المربي أو من بذور أساس سابقة تحت سيطرة المربي أو ممثلة . ويستعمل بذور الأساس لإنتاج فئات البذور المسجلة والمعتمدة . وقد تباع أحياناً للمزارعين لغرض الزراعة .

تنتج البذور المسجلة من بذور المربي أو بذور الأساس ويمكن استعمالها لإنتاج البذور المعتمدة وعادة تستعمل من قبل المزارعين للإنتاج التجاري .

تنتج البذور المعتمدة من بذور المربي أو الأساس أو المسجلة ولا تستعمل لغرض الحصول على جيل آخر من البذور المعتمدة ما عدا في حالة عدم المحافظة على بذور الأساس لصنف قديم أو في حالة الاضطراب عندما لا تكتفي بذور الأساس أو المسجلة لإنتاج بذور معتمدة بشكل كافٍ .

ضوابط الأصالة الوراثية :

تتضمن عملية الاعتماد على عملية التفتيش الحقل في الحقل وفحص عينات من البذور المحصودة في المختبر. ويعد كل حقل أو منطقة معينة كوحدة مستقلة لغرض عملية الاعتماد. فإذا تم إنتاج الصنف في ١٠٠ حقل منفصل فإن كل حقل يعد وحدة مستقلة لغرض القبول أو الرفض. عادة تجري عملية التفتيش الحقل من قبل موظفين خاصين بالتفتيش الحقل في وزارة الزراعة والري في العراق.

تختلف الضوابط الواجب تليتها لاعتماد الصنف من محصول لآخر. كذلك يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار مواصفات الحقل المختار لإنتاج فئة البذور المعتمدة من حيث المحاصيل السابقة المزروعة فيه. وبصورة عامة يجب أن تكون الأرض خالية من النباتات الساقطة من النوع نفسه ولا يمكن استخدام مواد الحقل قبل وبعد الزراعة والتي يمكن أن تحتوي بذور أو أجزاء نباتية تساعد في إنتاج نباتات شاردة. ويجب عزل الحقل بشكل مناسب عن مصادر حبوب اللقاح الغريبة.

وتتغير نسب النباتات الشاردة مع المحصول وفئة البذور المنتجة. ففي الرز تكون أقصى نسبة من النباتات الشاردة والمسموح بها هي ٠,٠١٪ في البذور الأساس، ٠,٠٢٪ في البذور المسجلة و ٠,١٪ في البذور المعتمدة. أما في فسق الحقل فتكون ٠,١٪ في الأساس، ٠,٢٪ في المسجلة، و ٠,٥٪ في المعتمدة.

عادة تفتش عينات البذور من كل حقل. وتم تحديد معايير النقاوة الوراثية لكل محصول وكل فئة من البذور. ففي القطن فإن أقصى نسبة للنباتات الشاردة هي ٠,٠٣٪ للأساس و ٠,٠٥٪ للمسجلة و ٠,١٪ للمعتمدة أما في الشعير فتكون ٠,٠٥٪ للأساس و ٠,١٪ للمسجلة و ٠,٢٪ للمعتمدة وتنظف البذور وتحضر في معامل تنقية البذور لغرض التوزيع والتي يمكن القيام بها بواسطة الأفراد أو الشركات أو مؤسسات حكومية والتي تم تصديقها من قبل مؤسسة الاعتماد على أساس سنوي.

تعليم البذور:

يجب أن تحمل العبوة الحاوية على البذور المعتمدة على بطاقة اعتماد رسمية. تحتوي البطاقة على معلومات الاعتماد من مؤسسة أو وكالة الاعتماد. أن ألوان البطاقات تكون بيضاء للأساس، وبنفسجية خفيفة للمسجلة وزرقاء خفيفة للمعتمدة. تحمل البطاقة اسم مؤسسة الاعتماد، والرقم التمييزي لعبوة البذور اسم الصنف، والمحصول وفئة البذور.

اعتماد الأصناف المتعددة الخطوط أو الخليطة بشكل مقصود :

تقوم بعض الهيئات باعتماد البذور الخليطة مثل بذور اصناف متعددة الخطوط multiline فعلى سبيل المثال أورد (1987) Fehr شروطاً تعتمد عليها جمعية أيوا لتحسين المحاصيل لعام ١٩٨٥ وهي كما يأتي :

اعتماد الاصناف الخليطة بشكل مقصود :

أ- يمكن اعتماد الاصناف الخليطة بشكل مقصود بعد اقراره من هيئة المدراء.
ب- يجب اخذ الترخيص لغرض استعمال صنف ما في الخليط من مربى او مالك الصنف.

ويجب تقديم الدليل من قبل الشخص الذي يقوم بالخلط الى وكالة الاعتماد.
ج- عند عرض الخليط للبيع كل سنة فانه يجب تقديم بيانات الاداء الجارية من اختبارات اجريت من قبل الجمعية من السنة السابقة. ويجب ان يتم اختبار الصنف الخليط لمدة ستين على الأقل وفي اثنين أو أكثر من المواقع في منطقة أقلمة الصنف مع استخدام أصناف المقارنة الملائمة. ويجب دفع اجور الاختبار من قبل المربي أو المعهد الذي يدعم استنباط الصنف.

د- يجب ان لا تقل مكونات الخليط من مكون معين عن ١٥٪ على أساس الوزن ، وان حدود خطأ العينة لكل مكون يجب ان لا تزيد أو تقل عن ١٠٪ من المجموع الكلي على أساس الوزن أي $10 \pm 10\%$. ويجب أن لا يستخدم في الخليط أكثر من أربعة مكونات (أصناف).

هـ- يجب أن تلي مكونات الخليط جميع الشروط لاعتماد الصنف قبل الخليط .
و- تباع البذور المكيفة الماتمة approved seed conditioner بشكل بذور معتمدة .
ز- يجب أن تبرهن البذور المكيفة على امكانية خلط الاصناف ضمن مقاومة معينة .
ر- يجب ان لا يزيد حجم كل شحنة لكل خليط عن ٣٠٠٠ بوشل .
ع- يجب تسجيل مكونات الخليط في ملفات جمعية تحسين المحاصيل ويجب عدم تغيير هذه النسب من شحنة أخرى والتي يجب عدم تغييرها عبر السنوات كما يجب حفظ المعادلة في مكان امين .

وللقائم بعملية الخلط الخيار في عدم تسمية مكونات الخليط أو النسب على العلامة .

غ- يجب ان تقوم الجهة القائمة بالخلط بدفع نفقات اخذ العينات والاختبار.
س- يجب ان تحمل بطاقة الاعتماد على الأمور الآتية :

- ١ . اسم نوع المحصول والصنف
- ٢ . مكان إنتاج البذور
- ٣ . نسبة بذور الأدغال
- ٤ . نسبة بذور المحاصيل الأخرى
- ٥ . نسبة الشوائب
- ٦ . نسبة الانبات ووقت اجرائه

- محمد، عثمان، محمد. ١٩٨٩. سلوك أصناف وسلالات من الحنطة تحت اعماق زراعة وشد رطوبي ودرجات حرارة مختلفة. أطروحة ماجستير كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل
- Briggs, F.N. and P. F. Knowles. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publishing corporation. U.S.A. pp 374-386.
- Douglas, J.E. 1980. Successfull seed Programs. A planning and management Guide. TAT Mc Graw Hill Publishing Company. New Delhi, India.
- Fehr, W.A. 1987. Principles of cultivar Development vol.I. Theory and Techniques. Mac Millan Pub. Co New York. U.S.A.

٦٣٣

٤٢٤٤ العذاري، عدنان حسن محمد

تربية المحاصيل الحقلية / تأليف عدنان حسن محمد

العذاري: - (ن م : د . ن)، ١٩٩٢.

ص: ٢٨ سم

١- المحاصيل الزراعية العنوان

م . و

١٩٩٢ / ١٥٧

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد ١٥٧ لسنة ١٩٩٢



دار الكتب للطباعة والنشر
جامعة الموصل

BREEDING FIELD CROPS

By

ADNAN H. ADARY, ph. D.

1992



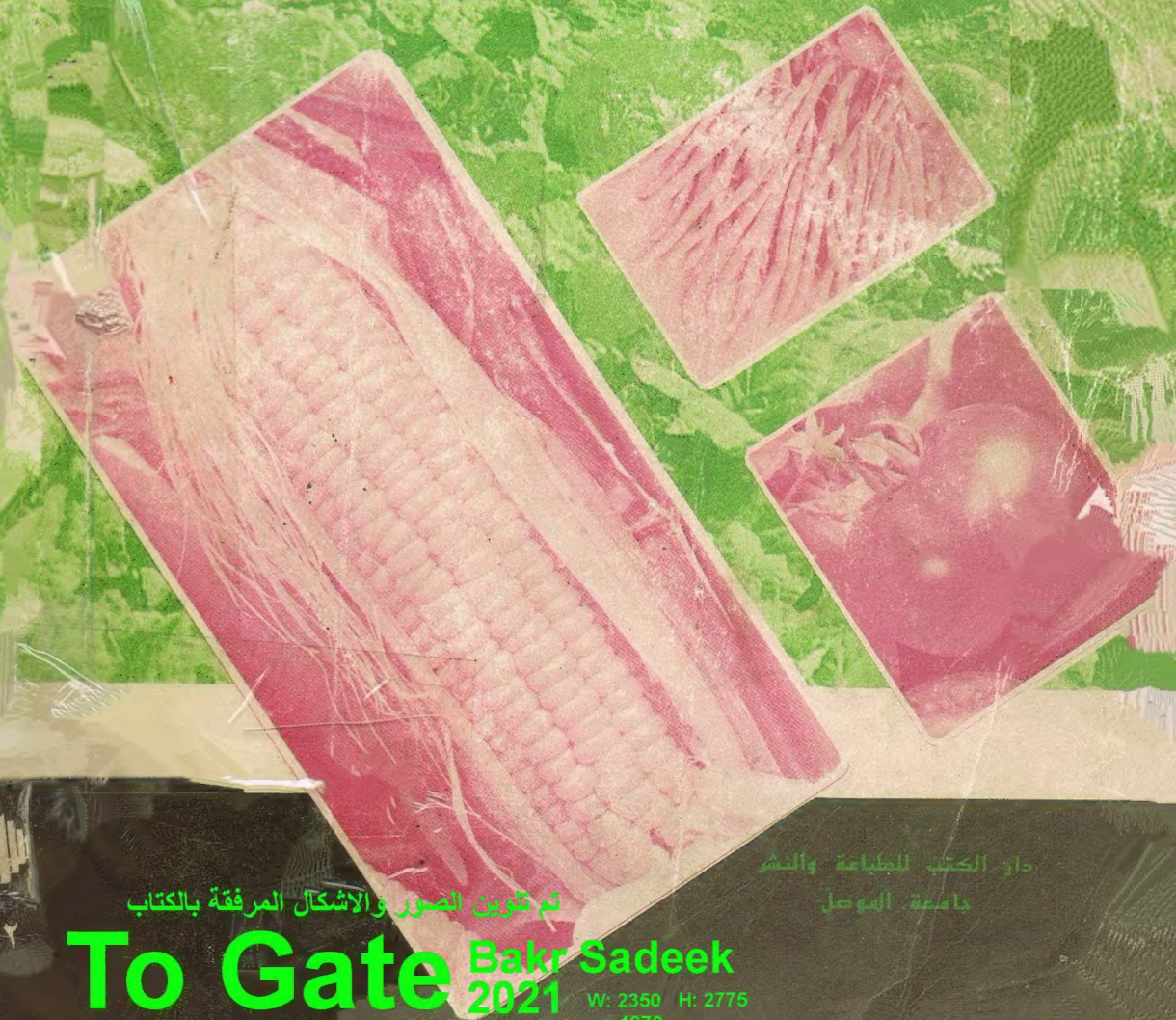
دار الكتب للطباعة والنشر
جامعة الموصل

BREEDING FIELD CROPS

By

ADNAN H. ADARY, ph. D.

1992



تم تلوين الصور والاشكال المرفقة بالكتاب

دار الكتب للطباعة والنشر
جامعة الموصل

To Gate Bakr Sadeek
2021

W: 2350 H: 2775
1970